

SUPPLEMENTO
AL VOLUME VIII, SERIE IX, DEL
NUOVO CIMENTO
A CURA DELLA SOCIETÀ ITALIANA DI FISICA

1951

N. 1

NUMERO DEDICATO
AL
XXXVI CONGRESSO
DELLA
SOCIETÀ ITALIANA DI FISICA

TENUTOSI A BOLOGNA IN OCCASIONE DELLE
CELEBRAZIONI PER IL CENTENARIO DELLA NASCITA

DI
AUGUSTO RIGHI

BOLOGNA
15-20 SETTEMBRE, 1950

PROGRAMMA DEL CONGRESSO

Venerdì, 15 Settembre

- Ore 10-30, Istituto di Fisica dell'Università. — *Inaugurazione del Congresso.*
Ore 15-30, Istituto di Fisica dell'Università. — *Comunicazioni scientifiche particolari.*

Sabato, 16 Settembre

- Ore 9, Istituto di Fisica dell'Università. — *Comunicazioni scientifiche particolari.*
Ore 15-30, Istituto di Fisica dell'Università. — *Comunicazioni scientifiche particolari.*
Ore 21, Istituto di Fisica dell'Università. — *Adunanza plenaria dei Soci della Società: Inizio delle votazioni per il rinnovo delle cariche sociali.*

Domenica, 17 Settembre

- Ore 11-30, Aula magna dell'Università. — *Solenne celebrazione di Augusto Righi, svolta alla presenza del Presidente della Repubblica, prof. Luigi Einaudi, e promossa dall'Università degli Studi, dall'Accademia delle Scienze di Bologna, insieme con la Società Italiana di Fisica e con l'Associazione Elettrotecnica Italiana.*
Ore 18-30, Università degli Studi. — *Ricevimento offerto ai congressisti dal Magnifico Rettore dell'Università.*

Lunedì, 18 Settembre

- Ore 9, Istituto di Fisica dell'Università. — *Comunicazioni scientifiche particolari.*
Ore 15-30, Istituto di Fisica dell'Università. — *Conferenze scientifiche generali (con intervento dei Soci dell'Associazione Elettrotecnica Italiana).*
Ore 19, Palazzo della Provincia. — *Ricevimento offerto ai congressisti dalla Deputazione Provinciale presieduta dal dott. ing. Giorgio Melloni.*
Ore 20-45, Ridotto del Teatro Comunale. — *Proclamazione dei vincitori e conferimento dei premi e delle borse di studio posti a concorso dalla S.I.F. per il 1950. Concerto musicale offerto dall'Istituto di Fisica dell'Università.*

Martedì, 19 Settembre

- Ore 9, Istituto di Fisica dell'Università. — *Comunicazioni scientifiche particolari.*
Ore 12-15, Istituto di Fisica dell'Università. — *Chiusura delle votazioni per le cariche sociali.*
Ore 15-30, Istituto di Fisica dell'Università. — *Comunicazioni scientifiche particolari.*
Ore 18, Istituto di Fisica dell'Università. — *Proclamazione dei risultati delle votazioni per le cariche sociali.*

Mercoledì, 20 Settembre

Gita a Ravenna e colazione a Rimini gentilmente offerte dall'Associazione Industriali della Provincia di Bologna.

Nei giorni 21 e 22 Settembre molti congressisti italiani e stranieri, si recarono in gita offerta dalla Società Adriatica di Elettricità e dal Consiglio Nazionale delle Ricerche, a visitare l'Istituto di Fisica dell'Università di Padova e il Laboratorio di alta montagna, organizzato da quell'Istituto a Passo di Fedaia nel Gruppo della Marmolada.

I

Discorso inaugurale.

G. POLVANI

Presidente della Società Italiana di Fisica

Quando, poco più di tre anni fa, nel Maggio del 1947, in questa stessa Bologna, in questa stessa aula, ebbi l'onore di essere eletto a Presidente della Società Italiana di Fisica, una delle prime proposte che dai colleghi sentii esprimere, fu che nel successivo 1950, in occasione del centenario della nascita di AUGUSTO RIGHI, la Società Italiana di Fisica si riunisse qui a Bologna, in questa stessa aula per onorare con un Congresso di Fisica la memoria di lui. Nell'affaticato triennio di vita oggi trascorso, la proposta è stata sempre dinanzi alla mente del Consiglio di Società, più che come un dovere richiestoci, come un nostro proprio desiderio, una nostra propria volontà di rendere, onore al grande scienziato bolognese.

E mentre i fisici attuavano con le loro ricerche o sperimentali o teoriche quegli studi che poi, qui presentati, avrebbero costituito il fior fiore dell'offerta alla memoria di AUGUSTO RIGHI; i bolognesi tutti, con un solo animo, davano il loro aiuto materiale e morale, affinché ogni difficoltà fosse o rimossa o superata, e l'attuazione del Congresso avvenisse anche con quel pregio incalcolabile che è conferito solo da generosa ospitalità.

La Società è riconoscente per questo aiuto; nè può fare alcuna graduatoria di gratitudine perchè nella vita morale l'oro, il consiglio, la collaborazione non valgono tanto per il peso, l'opportunità, l'efficacia che essi posseggono, quanto e solo per il cuore, la premura, il sorriso con cui sono dati, e questi complementi non mancarono in nessuno di coloro, e sono, molti, moltissimi, che in un modo o in un altro ci hanno aiutato.

Oggi la meta è raggiunta; ed io sono lieto di porgere il mio saluto e quello di tutti i soci della Società, all'ospitalissima città di Bologna, al suo Studio, fulgida gemma della cultura italiana, e all'Istituto di Fisica che dal RIGHI ritrae il proprio nome. E pertanto e corrispondentemente e personalmente, al Signor Prefetto e al Signor Sindaco della Città, al Magnifico Rettore dell'Università, al prof. MAJORANA, maestro illustre e Presidente dell'Accademia delle Scienze di Bologna (per il quale formuliamo gli auguri più vivi di ancor lunghi anni di alacre operosità), al prof. VALLE, Direttore infaticabile di questo ben rinnovato Istituto.

E va anche, il nostro saluto, alla Signora GIUSEPPINA vedova RIGHI, al figlio ALDO, alla figlia AMELIA RAZZABONI RIGHI, gelosi custodi della memoria del loro amato ed illustre congiunto, in questo suo glorioso Istituto tuttora vivida e amata.

I fiori che a nome della Società offro a Lei, Signora RIGHI, voglia Ella accettare e

come espressione di cortesia e come testimonianza dell'affetto, non meno che dell'ammirazione da tutti i soci nutrita per il grande fisico bolognese.

E un saluto cordiale a tutti gli altri, autorità, congressisti, amici, signore gentili e signori, qui convenuti per dare consenso e maggior pregio con la loro presenza a questa cerimonia inaugurale del XXXVI Congresso della nostra Società.

E al saluto si congiunga l'espressione di gratitudine più viva per tutti che ho nominato, specie per il Signor Prefetto e il Signor Sindaco che tanta parte hanno avuto nel superare le prime difficoltà incontrate, per il Presidente dell'Associazione Industriali di Bologna, che con larga generosità ha voluto assumersi la massima parte del finanziamento del Congresso, e infine a tutti coloro che in un modo o in un altro ci hanno dato il loro generoso aiuto.

Un'espressione di particolare gratitudine deve essere rivolta al prof. GIORGIO VALLE, socio carissimo e prezioso consigliere, il quale è stato il vero organizzatore del Congresso insieme con i suoi diretti collaboratori, il prof. GIULIO CESARE DALLA NOCE e l'ingegnere RENÉ CORBI.

* * *

Al nostro Congresso partecipano molti illustri fisici stranieri: al solito maestri alcuni, allievi gli altri: W. PAULI, premio Nobel, di Zurigo, G. A. BOUTRY di Parigi, P. DEMERS di Montréal, A. ERTAUD di Parigi, A. FAGE di Teddington, FRAUENFELDER di Zurigo, W. FUCKS di Aachen, GLAUBER di Zurigo, O. HUBER di Zurigo, H. KÖNIG di Berna, N. MINORSKY di Stanford, M. R. SCHAFROTH di Zurigo, L. RAGEY di Parigi, R. STEINMAURER di Monaco, M. TROCHERIS di Parigi, G. P. VALLADAS di Parigi, W. VANDERHAEGE di Bruxelles, CH. VOLET di Parigi, A. VON ENGEL di Oxford, W. ZÜNTI di Zurigo.

A tutti loro porgo un saluto particolare e il ringraziamento più vivo per la loro simpatica e gradita collaborazione.

Altri, all'ultima ora, sono stati, da varie cause imprevedute, impediti di recarsi a Bologna: il prof. G. F. HULL di Dartmouth, il prof. W. O. SCHUMANN di Monaco, il prof. A. SEELIGER di Greifswald al quale ultimo un augurio particolare per la salute della sua signora.

I soci italiani partecipanti sono quasi trecento, fra maestri di rigogliose scuole universitarie di Fisica, e giovanissimi loro allievi, tra ingegneri, cultori e simpatizzanti della Fisica; ai quali tutti vanno aggiunti, ospiti congressuali graditissimi, i numerosi insegnanti medi venuti di loro iniziativa o inviati dal Ministro della Pubblica Istruzione.

Purtroppo la quasi coincidenza di altri due raduni internazionali di Fisica hanno impedito, con nostro rammarico, che numerosi fisici italiani e stranieri potessero intervenire a questo di Bologna.

Causa la sua grave età è anche lontano da noi, ma fortunatamente ancor vegeto e più che mai attivo e impegnato nei suoi studi matematici di Glaciologia, l'amatissimo nostro socio decano, solo superstite dei fondatori della Società, sempre presente a tutti i nostri congressi, il prof. CARLO SOMIGLIANA, che in questi giorni compie novanta anni, e al quale, sicuro d'interpretare i sentimenti di tutti i congressisti, invio l'augurio fervido di essere per lunghi anni ancora conservato alla scienza italiana e alla nostra Società.

Purtroppo altri soci non sono più: essi ci hanno abbandonato per sempre, lasciando in noi rimpianto e tristezza: EMANUELE FOÀ e SEBASTIANO TIMPANARO, che rivedo qui in questa medesima aula a dare tre anni or sono la loro opera per la ripresa

della Società; e ANTONINO LO SURDO, sempre sollecito alla sorte del nostro Sodalizio. E ricorderò anche GIOVANNI GIORGI, il grande metrologo italiano, a tutti noi legato da affetto e stima, scomparso dalla scena del mondo proprio nel medesimo giorno in cui lo invitavamo a partecipare ai nostri lavori e a dare la sua preziosa collaborazione allo studio dei problemi teorici delle misure.

Alle famiglie degli estinti giungano le espressioni del nostro più profondo cordoglio.

* * *

Anche quest'anno, seguendo un'usanza ormai triennale, la nostra Società ha potuto raccogliere, da generosi enti e persone, somme cospicue da assegnare, attraverso regolare concorso e sotto forma di premi e di borse (molti dei quali quest'anno intitolati al nome di AUGUSTO RIGHI), a giovani fisici italiani, distintisi per lavori e ricerche nella nostra scienza. E la Società, veramente orgogliosa della fiducia che gli oblatori hanno riposto in essa, porge a questi i ringraziamenti più vivi, non solo per la fiducia avuta, ma soprattutto per avere, in una forma così nobile, quale è quella che si fonda sulla emulazione, aiutato e incitato gli studiosi di Fisica in Italia.

E debbo anche ringraziare a nome della Società i professori VALLE e DALLA NOCE e il Comitato delle onoranze e l'Associazione Industriali, per avere voluto che la bella pubblicazione, la *Scelta di scritti di Augusto Righi*, uscita pur ora per i tipi della Casa Zanichelli, e curata con tanto amore e passione dagli stessi VALLE e DALLA NOCE, comparisse sotto gli auspici della nostra Società: onore, questo, ambito sopra ogni altro, per ridursi esso, reciprocamente, a tributo d'onore alla memoria di AUGUSTO RIGHI, che della Società fu socio fondatore e per tre volte alacre Presidente.

Di lui in consesso ancor più ricco di scienza di questo, perchè a questo si aggiungono i soci dell'Associazione Elettrotecnica e l'Università e l'Accademia delle Scienze di Bologna, e le rappresentanze di tutte le Università ed Accademie nazionali ed estere, degnamente parlerà, in solenne cerimonia, onorata dalla presenza del Presidente della Repubblica, GIORGIO VALLE.

Nell'attesa di rivivere, per la sua parola, la vita e l'opera del grande bolognese, iniziamo intanto i nostri lavori, con l'ascoltare da ELIGIO PERUCCA il faticato *Cammino* della nostra scienza.

Ma prima a me si conceda di terminare queste mie parole, esprimendo, a chiusura quasi del mandato da voi avuto, o soci, il ringraziamento che il vostro suffragio abbia permesso che io, certo immeritamente, abbia oggi l'onore di aprire questo Congresso nel nome immortale di AUGUSTO RIGHI.

II

Il cammino.

Prolusione al XXXVI Congresso della Società Italiana di Fisica

E. PERUCCA

Istituto di Fisica del Politecnico - Torino

Nel propormi di tenere questa conversazione, il Presidente della Società di Fisica mi fissò che si trattasse di una rassegna della fisica e che prendesse pure le mosse da lontano.

Da quando?

Ho cercato una data cara al RIGHI e memorabile nella storia della fisica.

Questa data c'è. È il 1887. Si può a ragione sostenere che quest'anno concluse un secolo che allora si disse secolo d'oro per la fisica.

Infatti, intorno a quell'anno, si ebbe una rigogliosa fioritura di preziosi trattati: il *Lehrbuch der Physik* di MÜLLER-POUILLET (8^a ed.); il *Lehrbuch der Experimental-Physik* di WÜLLNER (4^a ed.); il *Cours de Physique* di JAMIN e BOUTY (4^a ed.); le *Leçons sur l'Electricité et le Magnétisme* di MASCART e JOUBERT; e ricordiamo pure la 3^a edizione di quella specie di pozzo di S. Patrizio che era il *Die Lehren von der Elektrizität* di G. WIEDEMANN.

Erano uscite da pochissimi anni le raccolte, curate dagli stessi Autori, dei lavori di KIRCHHOFF, di VON HELMHOLTZ, di LORD KELVIN.

Nelle biblioteche di fisica giace da tre lustri, più polveroso che consunto dalla lettura, l'*A treatise on Magnetism and Electricity* di MAXWELL.

POINCARÉ inizia proprio nel 1887 quei suoi Corsi, raccolti poi in decine di volumi, la cui forma affascinante ha certamente cooperato in non piccola misura a diffondere la conoscenza della fisica teorica.

(Secondo la nostra tradizione si trattava piuttosto della fisica matematica).

Tra alcuni mesi VON HELMHOLTZ, già quasi settantenne, comincerà a dettare le sue lezioni che, pubblicate postume a cura di allievi, ancora oggi non possono sfogliarsi senza ammirazione.

Tanto fervore di opere sanciva come il 1887 concludesse un secolo d'oro, un secolo memorabile per la fisica.

È il secolo che si apre col *Traité élémentaire de Chimie* (1789) di LAVOISIER, cioè con la conservazione della materia e con le leggi della chimica che per via immediata conducono alla costituzione atomico-molecolare dei corpi.

Col binomio GALVANI-VOLTA nasce la corrente elettrica continua e, di conseguenza,

L'elettrochimica e l'elettrocinetica, l'elettromagnetismo e l'elettrodinamica.

FARADAY scopre l'induzione elettromagnetica.

L'elettrostatica e la magnetostatica con COULOMB e con GREEN, più tardi con FARADAY, GAUSS, W. THOMSON, raggiungono uno stadio che, sotto molti aspetti, può dirsi definitivo.

Il calorico e la luce, che LAVOISIER nel suo trattato del 1789 pose tra i corpi semplici, si rinnovano: l'uno, come fluido conservabile, specifico, crolla demolito dai torni di RUMFORD (ma come sarà duro eliminare dalla fisica questo antico vocabolo, tanto legato al concetto di fluido!); l'altra con YOUNG e FRESNEL assumerà natura ondulatoria *definitivamente*; allora si diceva così.

Da CARNOT, MAYER, JOULE, CLAUSIUS, W. THOMSON è fondata su basi granitiche la termodinamica.

Contemporaneamente si stabilisce in quel modo infelice, che poi vi dirò, il principio generale della conservazione dell'energia.

Dall'immensa autorità conferita all'energia trae nuovo ampio profitto la meccanica lagrangiana, sia sull'antica strada, sia su quella segnata da HAMILTON.

Con la teoria cinetica dei gas si introducono nella fisica i metodi statistici, stabilendo la « meccanica statistica », ponte di collegamento tra meccanica e termodinamica.

È il secolo dell'ottica: dopo gli studi di YOUNG agli albori del 1800, si giunge all'opera eccelsa di FRESNEL: l'etere cosmico trionfa, la teoria dell'emissione tentenna.

FOUCAULT con il suo *experimentum crucis* del 1850 la pone *knock-out*.

Si conterà infatti fino a undici (lustri, non minuti secondi) prima che essa si sollevi dal tappeto.

Ma irriconoscibile, conveniamone.

Così poderoso è il complesso dei fenomeni dell'ottica ondulatoria spiegati con la teoria elastica e quindi con l'etere, da dover far credito a questa ipotetica sostanza.

Sicché in tutti gli spiriti, anche i più eletti, albergò la virtù di immaginare un etere circa solido per la luce, circa gas extra rarefatto per il moto dei corpi celesti e in tutti i Maestri una special forza di persuasione sulle nuove generazioni in favore di una così bella pensata.

Tanto necessario sembrò l'etere da indurre perfino MAXWELL a servirsene per conferire valore fisico alla sua teoria elettromagnetica, in particolare, alla localizzazione dell'energia, anche nel vuoto.

L'uomo che avrebbe potuto negare ogni consistenza a questo fluido ipotetico, perché per primo intuiva l'esistenza di onde non elastiche, propagantisi nel vuoto, che dunque svincolava la teoria ondulatoria della luce da quelle ipotesi meccaniche sull'etere necessarie per FRESNEL e per NEUMANN, è ancora schiavo di questo despota misterioso e cosmico, ignoto e onnipresente.

Fu davvero un secolo d'oro per la fisica, e quel fervore di trattati poté sancire una credenza, allora generalmente diffusa, cui fa anche cenno il RIGHI in un suo ben noto discorso del 1911, la credenza che tante « opera omnia » fossero ormai la logica conclusione, le solide pietre terminali del cielo d'oro della scoperta dei grandi fatti della fisica.

Sicché, poco dopo il 1880, fisici di fama non ebbero timore di sentenziare che le leggi importanti nella loro scienza erano ormai scoperte, che la ricerca si sarebbe dovuta dirigere verso i minori problemi, specialmente nel miglioramento dei metodi di misurazione, per guadagnare qualche cifra significativa in risultati già concettualmente acquisiti. (Vera o no questa asserzione, è certamente sintomatico che VON HELMHOLTZ accettasse nel 1888 la direzione della *Physikalische Technische Reichsanstalt*).

Che fosse il momento di ripetere con mezzi meno garibaldini molte esperienze di fisica, non vi era alcun dubbio.

Ormai, nel 1887, sono già a disposizione del fisico alcuni mezzi per misurazioni di precisione dignitose.

In casi fortunati si è già all'approssimazione relativa del milionesimo. La sensibilità di molti dispositivi, grazie ad artifici meccanici od ottici od elettrici, è già rispettabile e migliora di anno in anno.

In accordo con quella specie di principio di indeterminazione in embrione che è la limitazione del potere separatore stabilito da ABBE, sono già raggiunti, sotto un certo aspetto, i confini di utilizzazione degli strumenti di ottica geometrica.

Un buon Istituto di fisica ha mezzi per produrre il vuoto fino a $\sim 10^{-3}$ mmHg; sono mezzi scomodi e lenti, ma ci sono.

Si può disporre di pressioni fino a qualche migliaio di atmosfere.

Si possono raggiungere bassissime temperature (fino a -200 °C) con i dispositivi alla Pictet-Wroblewski-Olzewski e le si misurano soddisfacentemente.

I primi forni elettrici danno alte temperature e *non* le si misurano soddisfacentemente; poco più in là di 1000 °C i fisici sono molto imbarazzati in proposito.

Ma quanto mai rudimentali le attrezzature elettriche!

Le macchine elettrostatiche, il rocchetto di Ruhmkorff forniscono differenze di potenziale in condizioni che oggi ci rifiuteremmo assolutamente di considerare accettabili.

Dopo i primi felici risultati di Torino (1884) di impiego del trasformatore nella trasmissione dell'energia elettrica a distanza, *si spera* di poter presto mettere in soffitta le batterie di pile Bunsen e di aver generatori dinamo-elettrici che diano con costanza qualche decina di ampère per alimentare forni ed elettrocalamite e rocchetto di Ruhmkorff, per ripetere con maggior calma tante esperienze di elettromagnetismo.

Ma davvero quei trattati ritennero di fare il punto al termine del ciclo d'oro della fisica? Fu davvero quella credenza generalmente diffusa?

Consci di quel che poi avvenne, è facile oggi esprimere meraviglia per tanta miopia.

Possibile che, ad esempio, si ritenesse conclusa la nostra scienza prima che si desse una plausibile ragione, sulle basi di una qualunque teoria, sia pure quella elettromagnetica, di tanti fenomeni di fotoelettricità, di magnetoottica, di elettroottica, già noti?

A parte i grandi problemi, anche nel solo campo sperimentale, possibile non si fossero già poste domande banali come queste:

Se nell'ultrarosso (radiazioni calorifiche!) si sono trovate radiazioni di lunghezza d'onda λ fino a $2,7 \mu\text{m}$, cosa ne è della lunghezza d'onda $\lambda = 2,8 \mu\text{m}$?

Se nell'ultravioletto si è ottenuta persino la radiazione di lunghezza d'onda $\lambda = 1802 \text{ \AA}$, che cosa c'è più oltre?

Se verso le basse temperature si erano raggiunti i -200 °C, perchè non raggiungere, poniamo, i -250 °C?

Che nella responsabilità per tanta acquiescenza si dovessero un po' coinvolgere i matematici? Era stata tanta l'arte matematica nel 1800 a trovar grandezze infinite e infinite ben trattabili, operazioni infinite o infinitesime ben addomesticabili, da alimentar forse la convinzione che il tendere a certi limiti in fisica, come $\lambda = 0$ nello spettro della luce, $\Theta = 0$ nelle temperature, $r = 0$ nelle dimensioni atomiche, non dovesse rivelar gran che di nuovo: *natura non facit saltus*.

Declino ogni responsabilità su queste congetture e chiedo venia ai matematici.

Possiamo piuttosto presumere che, a caratterizzare quel secolo d'oro, fu un aspetto che potremmo dir filosofico del pensiero fisico. Esso si raccoglie in queste poche parole, anch'esse tratte dal ricordato discorso di RIGHI: « A quei tempi si dava scarsa importanza alle ipotesi scientifiche, con le quali si cercava da taluno di soddisfare al bisogno di risalire alle cause prime ».

Un episodio, vi citerò, che rivela, a mio parere, quanto questa posizione filosofica prudente, evidentemente troppo prudente, fosse ancora rispettata negli anni di cui vi parlo.

Il 3° volume delle *Wissenschaftliche Abhandlungen* di HERMANN VON HELMHOLTZ apparve poco dopo la sua morte, per cura di G. WIEDEMANN. Questi, iniziando il volume con pagine in memoria del grande scienziato e delle tappe del suo genio multiforme, ricorda qual merito gli spettasse per il suo lavoro *Über die Erhaltung der Kraft* (1847), il lavoro ove si stabilisce il principio di conservazione dell'energia, e l'ho già ricordato.

Ma che episodio disgraziato si accomuna al ricordo di questo lavoro: dopo che il giovane medico militare H. VON HELMHOLTZ, allora ventiseienne, ne ebbe riferito in una riunione della Società Fisica Tedesca in Berlino, il lavoro fu respinto da POGGENDORFF per la pubblicazione nei suoi annali, sembra su parere conforme dei più anziani professori di fisica di quella città.

Ebbene, ecco che cosa scrive WIEDEMANN nel 1895: « Non si può far loro rimprovero; i giudici erano nutriti del metodo realistico empirico e temevano l'affermarsi di un indirizzo puramente speculativo ».

Non è sintomatico che WIEDEMANN scagioni, nel 1895, gli anziani di Berlino dal loro timore verso un indirizzo troppo temerario?

1887. — Ma perchè ho prescelto questa data e vi ritorno con tanta insistenza?

Perchè se un anno ha da essere ricordato, e caro al RIGHI, e inizio di un nuovo periodo della fisica, più che conclusione di un'epoca precedente, questo è il 1887.

Fu l'inizio di un nuovo periodo per i fatti sperimentali.

HERTZ realizza le onde elettromagnetiche (Marzo 1887).

HERTZ scopre l'effetto che oggi si dice fotoelettronico (Maggio 1887).

MICHELSON e MORLEY, per dimostrare il movimento della Terra nell'etere, compiono la loro famosa esperienza e falliscono allo scopo (Dicembre 1887).

Ironia della sorte: sono scoperti nello stesso tempo: le prove dirette in favore della teoria delle onde elettromagnetiche di MAXWELL, e l'esperimento che più tardi le si rivelerà caparbiamente ribelle e fornirà uno dei fatti sperimentali più notevoli in appoggio alla teoria dei quanta.

È compiuta l'esperienza da cui trarrà le mosse quella rivoluzione concettuale, e, ohimè, anche pratica, che è la relatività einsteiniana.

Chi parlerà durante queste celebrazioni dell'opera del RIGHI, potrà ricordare come tale opera si colleghi, proprio sul tramonto, con l'esperienza di MICHELSON e MORLEY, come dalle ricerche nella fotoelettronica e nelle onde elettromagnetiche il Nostro abbia tratto fama imperitura.

Fu l'inizio di un nuovo periodo, per il pensiero, svincolato dal « metodo realistico empirico ». Ma di questo inizio non può fissarsi la data; certo in quegli anni maturò una concezione del metodo fisico che, per l'indulgenza alle ipotesi più ardite, per la deviazione della realtà dal dominio dei sensi a quello della pura logica, può ben dirsi antitetica agli antichi criteri che ancor nel 1895 WIEDEMANN cercava di giustificare.

Ricordate infatti come già nel 1891 HERTZ si esprimesse nei riguardi della teoria di Maxwell: « La teoria di Maxwell è il sistema delle equazioni di Maxwell ».

E poco più tardi il DRUDE: « L'etere è il complesso delle proprietà elettriche e magnetiche che noi attribuiamo al vuoto in quanto sede di un campo elettromagnetico secondo le equazioni di Maxwell ».

Sono affermazioni che toccano l'aspetto filosofico della conoscenza in quanto essa ha di più delicato: i suoi limiti.

La fisica si ritrae dalla ricerca della realtà, che del resto non aveva mai ricevuto

una definizione soddisfacente, e pone la sua meta nella ricerca di una descrizione convenzionale, logica, utile, dei fatti.

Noi oggi seguiamo quest'indirizzo e riconosciamo l'esistenza di una barriera potente tra noi e la realtà intesa all'antica maniera.

Dal 1887, i progressi della fisica si succedono incessantemente, talvolta esplodono, tal'altra concludono, senza clamore ma con decisione, decenni di titubanze e di ricerche.

Ecco le tappe più meravigliose.

Non era spento l'eco delle esperienze di HERTZ ed ecco affermarsi, appunto senza clamore, ma in forma definitiva, il concetto che la conduzione elettrica nei gas, sia la famosa dispersione dell'aria, sia la scarica elettrica, dovessero attribuirsi a ioni gasosi, molecole gasee, cariche di elettricità, « ionizzate ».

Mi piace ricordare tra i lavori più lineari in favore dell'ipotesi degli ioni gasosi due lavori del NACCARI del 1889-1890.

Mi si conceda di porre lo ione gasoso qui, nell'elenco delle più poderose conquiste di quella fisica moderna, la cui nascita, come vi ho detto, vorremmo fissare al 1887.

Al contrario di altre grandi scoperte « esplose », per così dire, lo ione gasoso e così l'elettrone, già battezzato da STONEY fin dal 1891, ma le cui caratteristiche quantitative saranno determinate soltanto nel 1897 (J. J. THOMSON), appartengono a quelle pietre miliari della fisica che non possiamo ben dire in qual momento furono fissate sulla strada del progresso scientifico.

Parimenti sarebbe ben difficile stabilire chi per primo, a ragion veduta, non per inconscio intuito o per esigenze di qualche presupposto filosofico, come fu per l'ipotesi atomica di Anassagora, abbia affermata la struttura atomica dell'elettricità; sicchè l'avvento della carica elettrica elementare, può attribuirsi, con giustificato diritto, sia ad un FARADAY, sia allo STONEY stesso, sia ad un MILLIKAN.

In confronto di questo placido maturar di nuova fisica, quale diverso carattere hanno invece la scoperta dei raggi X, la scoperta della radioattività!

Le tre Memorie (1895-96-97) di RÖNTGEN sui raggi X furono come un fulmine a ciel sereno. Se ne commosse tutto il mondo per le immediate benefiche utilizzazioni, fu messo a rumore tutto l'ambiente fisico, a cui si additava un nuovo insospettato orizzonte.

Ma, anzitutto, sono onde o corpuscoli?

Oh, non è da confondere con la domanda che sarà poi l'enigma ventennale per la luce e la materia! I nuovi raggi, su cui lo spirito prudente di RÖNTGEN non volle porre l'ipoteca di alcuna ipotesi, semplicemente riaccendevano la tenzone che tanto a lungo era stata combattuta per la luce.

Escluso facilmente che si trattasse di particelle elettrizzate, il dilemma restava.

Determinata, almeno approssimativamente, la velocità di propagazione dei nuovi raggi — e questa risultò pari a quella della luce — bisognerà tuttavia attendere il colpo di genio di LAUE, perchè il dilemma, già ridotto a due corna molto diversamente lunghe, svanisca.

Anche una esplosione — più giusta parola non c'è — fu la scoperta della radioattività (BECQUEREL, P. e M. CURIE, 1896-98). E chi sarà stato poco convinto dei miei argomenti in favore dell'anno 1887, potrebbe, a ragione, veder l'inizio di una nuova era, l'avvento di una nuova fisica nella scoperta della radioattività.

In quel momento sembrò dovessero crollare tutti i pilastri della fisica. La conservazione della materia, la conservazione dell'energia; nessuno si sarebbe impegnato sulla conservazione dell'elettricità.

Crollò la chimica del LAVOISIER.

Gli amatori dei ricordi storici cominciarono a riparlare di alchimia.

L'immaginazione non ebbe più limite nel bene e nel male. ANATOLE FRANCE, sol qualche anno dopo, terminò la sua *Isola dei pinguini* descrivendo la distruzione di tutta la civiltà per opera delle bombe atomiche! Molto piccole, però: tipo matita tascabile.

Non era certo taciuto il clamore delle scoperte di BECQUEREL e dei CURIE, allorquando, nell'ennesimo tentativo di governare mediante la termodinamica le leggi del corpo nero un po' oltre i limiti nei quali avevano dovuto contenersi i predecessori, PLANCK, avendo sott'occhio i recentissimi risultati delle misurazioni di LUMMER e PRINGSHEIM, proponeva la sua famosa teoria della emissione dell'energia elettromagnetica per quanta.

Mi sarebbe ben difficile giudicare oggi quale dei due fatti, la scoperta dei fenomeni nucleari o la ipotesi dei quanta, abbia portato un più profondo sconvolgimento nell'edificio della fisica generale 1887.

Nè il crollo delle precedenti concezioni si esaurisce in queste due fasi.

Inteso il quantum di energia come fotone (EINSTEIN, 1905), dotato di un suo aspetto corpuscolare, nasce il dualismo onda-corpuscolo che va considerato come una terza fase di quello sconvolgimento.

Nello stesso anno e dalla stessa mente è stabilita la teoria della relatività speciale (giugno 1905) e sol dopo tre mesi dalla prima comunicazione (settembre 1905). EINSTEIN, incurante dell'accoglienza che un ambiente immaturo gli avrebbe certamente riservata, annuncia, come conseguenza necessaria della sua teoria, l'equivalenza tra energia elettromagnetica e massa inerziale. Saltando ogni barriera, egli conclude le tre paginette del suo scritto con la proposta che la massa inerte di un corpo sia, senza riserve, la misura dell'energia in esso contenuta.

Questi due capisaldi della fisica attuale, la relatività e la teoria dei quanta, hanno un carattere, a me pare, profondamente diverso. L'una, la relatività di EINSTEIN, è, in sostanza la risposta ad una esigenza della filosofia naturale alla quale non sembra possibile non inchinarsi.

Cercare *experimenta crucis* per la teoria della relatività? Sì, ma si tenga presente che: o si sente la necessità di risolvere il problema dello spazio e del tempo e poi tutto il resto in modo che il principio di relatività sia soddisfatto — e allora poco conta che sia risoluto dal colpo di genio di EINSTEIN o da qualche altra teoria della relatività — o non si ha questa esigenza, e allora si può vivere senza il principio della relatività.

Diverso è l'aspetto della teoria dei quanta.

È una teoria che non risponde a un'esigenza filosofica, è una teoria alla quale conducono in modo imperativo, ad esempio il fenomeno fotoelettrico, i potenziali di eccitazione e di ionizzazione di atomi e molecole, la frequenza limite di DUANE e HUNT, ecc.

Scoperti questi fenomeni, oseremmo dire ormai superfluo l'intuito di un PLANCK che fondava quella teoria sotto l'assillo di un fatto sperimentale (la distribuzione spettrale dell'energia emessa dal corpo nero), i cui legami con i quanta di energia sono piuttosto reconditi ed appaiono tutt'altro che necessari.

Qualche breve anno di respiro e, poi, ecco ancora una successione di scoperte a lentissima maturazione e di scoperte esplose.

HESS e KOLHÖSTER (1911-14) non solo confermano esperienze precedenti, di ELSTER e GEITEL e di C. T. R. WILSON, sulla « rigenerazione degli ioni in aria tenuta in ambiente chiuso », ma rivelano che la ionizzazione cresce con l'altezza.

L'uomo si è posto in contatto con i raggi cosmici.

Ma quanto si è dovuto penare, e si pena tuttora, per giungere ad una risposta definitiva, o, se volete, provvisoriamente definitiva, sui primari di questo misterioso fenomeno!

E, all'opposto, con quale felice e fecondissima placidità LAUE inaugura i capitoli interdependenti della spettroscopia dei raggi X, della struttura dei cristalli, della determinazione praticamente diretta della costante di AVOGADRO, con tutto quello che ne deriva!

Guarda quanto immediati e solidamente confermati sono i risultati dedotti dalle esperienze di MOSELEY.

Il numero atomico, ora si preferisce da molti dire « il numero di carica » (del nucleo), si introduce di forza nella fisica superando per importanza l'antico concetto di massa atomica.

Prenderà quest'ultimo la sua rivincita, ma occorrerà prima che il concetto di isotopia, proposto fin dal 1910 (SODDY), si affermi non soltanto nel campo delle famiglie radioattive naturali, ma ben più in generale.

Con il primo lavoro di BOHR (1913) e con il lavoro di MOSELEY, l'atomo di RUTHERFORD (1911) assume valore di una delle più geniali concezioni avute sulla struttura della materia.

Di questo modello di atomo quantizzato farà tesoro la spettroscopia per fare un po' d'ordine nei cinque volumi del KAYSER.

A distanza di soltanto un anno dal lavoro di BOHR, in campo del tutto differente, si effettua una delle scoperte della fisica che, in accordo con la classificazione a cui mi ha indotto questa conversazione, va posta nella categoria delle scoperte sensazionali tipo esplosione: la superconduttività.

Non era dunque una routine quella di tentare temperature sempre minori e liquefare l'idrogeno per il gusto di farlo rievaporare, liquefar l'elio per il gusto di vederlo liquido e solidificare l'uno e l'altro per il gusto di vederli solidi.

Sappiamo ormai quanto si celasse di nuovo e di impreveduto in quest'ultima trincea di temperature che difende lo zero assoluto.

Basterebbe ricordare le proprietà dei calori specifici a basse temperature, la superconduttività, la molteplicità degli elii liquidi, il fenomeno magnetocalorico, per comprendere perchè, ad esempio, lo studio del limite cui tendono i fenomeni fisici per $\Theta = 0$, sia qualche cosa di ben più complicato dello studio del limite che risolve il paradosso di Achille e della tartaruga.

Allorquando gli studiosi di fisica, che avevano dovuto abbandonare per la prima guerra mondiale i loro studi prediletti, tornarono al lavoro, trovarono più che mai scottante il dilemma onde-corpuscoli, la cui soluzione era necessario presupposto alla interpretazione dei fenomeni luminosi e fotoelettronici.

Come accordare il concetto dei quanta di luce necessari alla fotoelettronica con l'antica ottica ondulatoria, a cui sembrava necessario non dare sovvertimenti sensibili?

E la macchia si sarebbe tra qualche anno allargata. Il dilemma onde-corpuscoli avrebbe toccato l'elettrone, sarebbe passato all'atomo, alla molecola. Da questi corpuscoli si sarebbero ottenuti spettacolari fenomeni di diffrazione.

Quei fisici, appena ritornati ai loro posti di pace, udirono l'annuncio delle prime reazioni nucleari provocate (RUTHERFORD, 1919; RUTHERFORD e CHADWICK, 1919-1921). Da poco avevano ripreso il lavoro e seppero dei risultati stupefacenti di ASTON sulla isotopia. Occorre questo affiancamento non tanto per vicinanza di date, per unità di scuola, quanto per il fatto che non è oggi concepibile reazione nucleare senza che sia bene stabilito quale sia non l'elemento chimico, ma il nuclide, cioè lo speciale edificio nucleare, che alla reazione è interessato.

Nessuna chiarificazione dunque nelle reazioni nucleari se anzitutto non si distingue tra i vari isotopi di un elemento chimico: la sostanza deve essere mononuclide, cioè costituita di nuclei tutti eguali.

Occorre un decennio perchè la trasmutazione nucleare di RUTHERFORD, pur conservando il carattere di evento molto raro, venga generata artificialmente, nel senso, cioè, che venga generata da particelle prodotte e accelerate a nostra volontà, non da particelle fornite dalle trasmutazioni radioattive.

Nello stesso decennio, intorno al 1926, avvengono grandi cose: il principio di esclusione di PAULI (1925) e lo spin elettronico di GOUDSMIT e UHLENBECK (1926) collaborano alla sistemazione della spettroscopia.

Nasce la meccanica ondulatoria (L. DE BROGLIE, 1924; SCHRÖDINGER, 1926) e da essa ha soddisfacente risposta l'oscuro dilemma onde-corpuscoli.

Ma ormai esso non è più uno dei tanti episodi delle difficoltà che si incontrano via via nel progredire della fisica. È un episodio connesso alla affermazione di un principio che, al pari di quello della relatività, supera di molto le esigenze particolari di un problema, per assurgere a caposaldo della fisica moderna: il principio di indeterminazione (HEISENBERG, 1925, 1927).

Come per la relatività, si è ripetuto per il principio di indeterminazione il fatto che, ben oltre la ristretta cerchia dei fisici, ne furono intuiti i legami con i fondamenti stessi della conoscenza, ai quali tal principio impone un limite imperioso.

Saremmo ben lieti che il contenuto filosofico di questi principi, dominanti la fisica attuale, costituissero un comune terreno di studio e, possibilmente, di intesa, tra uomini che coltivano scienze diversissime come sono oggi fisica e filosofia, ben inteso quando da ciascuna delle parti ci sia una sufficiente conoscenza di entrambe le scienze.

Il principio di indeterminazione, la meccanica ondulatoria, le nuove statistiche, la vecchia teoria dei quanta, trovano ormai sistemazione logica in un corpo di dottrine coerente e più vasto, che è l'attuale « meccanica quantica ».

Ma la fisica non dà requie ai suoi fedeli.

Non passano molti anni dalla nascita della meccanica ondulatoria, ed ecco allo studio la « radiazione penetrante generata per bombardamento di taluni elementi leggeri da parte dei raggi alfa del polonio » (BOTHE e BECKEY, 1930). Da questo inizio, attraverso molteplici ricerche, nasce il neutrone tenuto a battesimo da JOLIOT e I. CURIE (1932) e da CHADWICK (1932).

Non c'è tempo di soffermarsi sulla nuova particella, ed ecco trovato l'elettrone positivo (ANDERSON, 1932).

Non c'è il tempo per rallegrarsene e si annuncia la materializzazione dell'energia e l'annichilimento della materia.

Anche ora possiamo domandarci quanto coraggio, certamente inconcepibile secondo quella mentalità prudente che WIEDEMANN giustificava nel 1895, abbiano avuto coloro che, dall'esame di alcune traiettorie di particelle registrate su talune lastre fotografiche, osarono affermare fatti così singolari e indicare in essi le prove quantitative dell'equivalenza tra massa ed energia preannunciata da EINSTEIN fin dal 1905.

Oggi il fisico accetta questa equivalenza sulla fede di sempre maggiori conferme quantitative tratte dalle reazioni nucleari.

Oggi l'accetta l'uomo della strada perchè c'è la bomba atomica, sebbene il suo ragionamento per collegar logicamente l'equivalenza di EINSTEIN all'ordigno di Alamogordo rischi di rinnovare l'indimenticabile: « dunque la Terra gira » nella « Scoperta dell'America ».

Concetti astrusi stanno permeando lentamente, sicchè le nuove generazioni di fisici sembrano dotate della facoltà di accettarli e comprenderli con una facilità che è mancata ai loro progenitori.

La scoperta della radioattività artificiale, altra scoperta della categoria esplosioni (I. CURIE e JOLIOT, 1934), ha qui un commento certamente inadeguato alla sua importanza, che è immensa, anche fuori del campo fisico.

Vorreste che io almeno ricordassi come le reazioni nucleari vennero così a moltiplicarsi? Vorreste che io ricordassi quanta fu la parte che FERMI e i suoi collaboratori ebbero nella determinazione delle reazioni provocate da neutroni veloci e lenti? Vorreste che ricordassi di quanto si è accresciuto l'elenco dei nuclidi tra loro distinti o per numero di carica o per numero di massa o per isomeria?

No; secondo lo spirito di questa rassegna, sulle scoperte di BECQUEREL, di RUTHERFORD, dei CURIE-JOLIOT, vorrei soffermarmi per sottolineare un comune loro aspetto: quello di reazioni nucleari ove il mutamento del nucleo si limita alla captazione o alla espulsione di particelle elementari, comprendendo tra queste, poniamo pure, le particelle alfa.

Distinte terrei quelle reazioni nucleari ove lo sconvolgimento è ben più grave, quelle esplosioni nucleari che oggi osserviamo sbalorditi sulle lastre fotografiche o nella camera di WILSON.

Tra le reazioni nucleari di questo secondo tipo, ove così profonda è l'alterazione dei nuclei primitivi, sono da porre le fissioni.

Dapprima con la graditissima impressione di aver individuato tra i raggi cosmici la particella di YUKAWA (1935) e poter così accettare con soddisfazione la sua concezione delle forze nucleari, indi con l'interesse suscitato dal moltiplicarsi di segni sperimentali premonitori di novità ben più profonde che la scoperta della semplice particella elementare prevista, il fisico apriva le porte della sua scienza al mesone, ai mesoni.

Quella che BLACKETT chiamò elegantemente « la spettroscopia dei mesoni » è tra i problemi più vivi e attuali della fisica 1950.

La segnalazione ancora recente (LATTES e GARDNER, 1948; per la nostra storia il 1948 è data molto vicina) della produzione artificiale dei mesoni, servirà certamente a rivelarci, nelle condizioni migliori per il loro studio, i tanti aspetti ancora ignoti di questo capitolo della fisica nucleare.

Può dirsi che oggi non si apra rivista di fisica che non contenga relazioni di nuove ricerche sui raggi cosmici, e merita concludere questa monotona successione storica osservando come a questi raggi spetti il singolare privilegio di costituire insieme il filo conduttore verso lo studio dell'estremamente piccolo nel nucleo, lo spiraglio all'indagine dell'estremamente lontano nell'universo.

Fu data una curiosa e paradossale definizione di: « fisica moderna » (RICHTMYER e KENNARD): « essa è l'insieme delle conoscenze attualmente valide nel campo della fisica ».

Chi ha scritto ciò prosegue affermando che buona parte della fisica del 1890 (e a dire del 1887 si muta poco) è ancora moderna.

Volle limitarsi evidentemente alla parte riguardante la morfologia, per così dire, dei fatti sperimentali e le dipendenze (se volete: le leggi sperimentali) che li governano.

Accettiamo questa definizione di fisica moderna, ma badate che allora anche i venti volumi del vecchio *Physikalisches Wörterbuch* di GEHLER (1825-1845) sono una miniera di fisica moderna. D'altronde può far piacere il leggere che buona parte della fisica appresa nei lontanissimi anni giovanili è ancor valida.

Certamente vi sono antichi dati sperimentali ancora accettabili.

Ma come non esser tenuti a ripudiarne la maggior parte, sia pure per la soddisfazione di aggiungere ancora un altro paio di cifre significative ai valori numerici di allora?

Tutte le grandezze fisiche si avvantaggiano ora di metodi e mezzi di misurazione che permettono questo progresso.

Se dovessi farne merito ad una sola fonte, direi: «elettronica». (Se a due fonti, direi: «elettronica e... vetro di quarzo»).

Che dire delle misurazioni di lunghezza se, nella imminente realizzazione già pre-annunciata di sorgenti di luce utilizzando mononuclidi puri, e quindi righe spettrali meglio definite, si ripudiano perfino le classiche misure del metro in lunghezze d'onda, perchè si spera di ottenere di meglio?

Che dire del potere separatore del microscopio elettronico, che ci promette la misurazione di distanze dell'ordine di qualche angström (10^{-8} cm)?.

Che dire della determinazione delle costanti reticolari, ove, su valori dell'ordine di 10^{-8} cm, si fanno misurazioni con l'approssimazione del decimillesimo?

Che dire delle misurazioni dei tempi?

Se nel 1887, con lo specchio girante di Foucault, era possibile misurare in qualche caso privilegiato intervalli di tempo dell'ordine di 10^{-8} s, ora la misurazione di siffatti intervalli di tempo è compito di ordinaria amministrazione in pace e in guerra.

Grazie alla costanza dell'oscillatore piezoelettrico, le misurazioni di intervalli di tempo anche molto brevi raggiungono ormai la approssimazione di $1/10^7$, sicchè è di due mesi or sono l'annuncio della determinazione di una delle costanti universali, la velocità c della luce nel vuoto, con un errore probabile di 240 m/s!

Se vi è chi attribuisce a questo razzolare nelle ultime cifre significative misurabili molte belle scoperte dell'ultimo sessantennio, quali nuove speranze possiamo alimentare per il futuro?

Che dire del vuoto di allora se oggi si giunge a pressioni gaseose residue di almeno 10 000 volte minori, pressioni tanto esigue che manca oggi un soddisfacente mezzo per la loro misurazione?

Che dire delle possibilità attuali nelle alte tensioni, oggi che, ad esempio, con la macchina di VAN DE GRAAF, almeno un milioncino di volt continuo e costante si può avere anche in un laboratorio relativamente modesto? In questo campo o, più precisamente, nel campo delle energie atomiche l'immodestia si misura in centinaia di milioni di voltelettrone.

Perchè non ripetere — e sono state ripetute — le esperienze alle basse temperature se attualmente le basse temperature scendono, se non si hanno grandi pretese fino ad un paio di °K, altrimenti si tocca il 0,001 °K, e sono temperature che si determinano con ottima approssimazione; perchè non rifare esperienze ad alte temperature, se attualmente le alte temperature salgono a varie migliaia di °K e la loro misurazione fondata sulle leggi dell'emissione del corpo nero è universalmente accettata?

Sebbene l'ottica degli strumenti sia ferma nella prigione rigida che le è imposta dall'aspetto ondulatorio della luce ed i limiti ad essa concessi siano stati presto raggiunti, il moltiplicarsi dei vetri di ottica (intendendo con ciò anche taluni cristalli naturali o sintetici e talune sostanze plastiche), l'impiego su scala sempre più ampia delle superfici asferiche, e vari artifici tecnologici su cui non è il caso qui di insistere, hanno permesso di realizzare strumenti ottici al cui confronto quelli del 1887 impallidiscono.

Nè si deve considerare infecondo alla genialità dei giovani un campo della fisica ove solo ora si realizza il microscopio a riflessione ed il microscopio interferenziale:

il primo risolve il problema di poter porre a fuoco con forti ingrandimenti i vari piani di un preparato, anche molto spesso, senza i pericoli e gli inconvenienti del microscopio consueto;

l'altro ci darà la possibilità di osservare preparati monorifrangenti con la stessa

vivida segnalazione di taluni minuti dettagli, quale era finora possibile col microscopio a polarizzazione per i soli corpi birifrangenti.

Che se poi si intendesse classificare nell'ottica il microscopio elettronico che vi ho già accennato, evidentemente tra gli strumenti ottici del 1887 e gli attuali c'è un abisso.

E via via, quante cose dimentico: i campi di ricerca aperti dall'effetto RAMAN, quelli aperti con la generazione delle onde elettromagnetiche persistenti nel campo centimetrico, quelli aperti con la generazione delle onde ultraacustiche fino a limiti che trent'anni fa sarebbero stati giudicati utopistici, quelli resi accessibili dal fotomoltiplicatore, ecc. ecc.

Sono dunque mutati radicalmente dal 1887 i mezzi per l'esperienza, alimentando ben giustificate speranze di nuove e grandi scoperte.

E che cosa dire del mutamento concettuale?

Nella metrologia, che non si limita affatto al lato sperimentale suaccennato, è stabilito il principio che ormai è universalmente accettato, della definizione operativa delle grandezze fisiche.

Esso può considerarsi un altro aspetto della asserzione di HERTZ del 1891, si estende al caso di tutte le grandezze fisiche, e consiste nell'affermare che il sistema delle grandezze fisiche è il sistema delle loro equazioni di definizione. Le grandezze che da questo sistema non possono essere definite, le grandezze fondamentali, vengono definite dal procedimento per la loro misurazione.

Mi si conceda di dire che la sostanza della concezione relativistica, il principio di indeterminazione appartengono alla metrologia.

Se ciò è avvenuto in questo campo della fisica, che non ha davvero la fama di essere rivoluzionario, che dire negli altri campi?

Non più una... novantina di leggi di conservazione, ma due sole: conservazione del binomio massa-energia; conservazione dell'elettricità e quest'ultima, data la creazione di coppie va intesa con uno speciale significato.

Non più forze di varia natura, ma concezione unitaria, quantica e relativistica, dell'universo.

L'atomismo domina ovunque e nella sua forma attuale si chiama « particelle elementari e meccanica quantica ». Abbiamo rinnegato le varie centinaia di atomi differenti: onoriamo le particelle elementari; ma è una oligarchia inquieta, incostante.

L'anno scorso FERMI ha dato una definizione molto arguta su cosa siano e quante esse siano. « In un certo stadio della scienza sono particelle elementari quelle di cui non si conosce la struttura ». E, tra certe e incerte, ne ha contate una dozzina.

In una conferenza di or sono poche settimane BLACKETT ha contato fino a tredici particelle elementari.

Tra queste è il neutrino, sempre più servizievole, sempre ugualmente misterioso. Cresceranno ancora? L'atomismo dominante se ne rammaricherebbe, ormai.

Imperava già un certo spirito negativo; ricordate i tre principi della termodinamica? Impossibilità del moto perpetuo di prima specie.

Impossibilità del ritorno allo stato iniziale per un sistema isolato, in particolare per l'universo.

Impossibilità di raggiungere lo zero assoluto.

Ebbene, oggi a caratterizzare il pensiero fisico potremmo enunciare tre ulteriori divieti:

divieto di cercare la realtà se non nei limiti fissati dalla metrologia moderna, come vi ho accennato,

divieto di spingere le nostre osservazioni al di là dei limiti fissati dal principio di indeterminazione,

divieto di dare privilegio ad uno qualunque di una schiera di sistemi di riferimento in moto relativo.

La prudenza nello stabilire ipotesi è lasciata alla fisica matematica che assume carattere nettamente deduttivo, utile ma, diciamolo pure, arido; alla fisica teorica la coraggiosa ambizione di procedere all'avanguardia tra vittorie e sconfitte.

L'ampliarsi continuo delle conoscenze fisiche necessarie per un proficuo lavoro di sintesi, il moltiplicarsi dei mezzi materiali necessari per un proficuo lavoro sperimentale ha imposto una norma ferrea:

Vae soli!

Sono necessari i lavori in «team», in isquadra.

Ma io intendo con ciò qualcosa di più di quel che s'intende di consueto. Intendo team di professori, di assistenti, di studiosi, di tecnici talchè le diverse attitudini, le diverse tendenze, le diverse conoscenze siano rappresentate in uno stesso Centro di ricerche.

Occorrono quindi Istituti ben dotati in uomini, e in mezzi.

Anche in Paesi non ricchi, come è il nostro, se si sapranno saggiamente coordinare le iniziative, il forte onere delle apparecchiature oggi necessarie alle ricerche sperimentali, risulterà sopportabile.

Al lavoro, dunque!

Sarà la recente teoria unitaria di EINSTEIN a collegare finalmente la gravitazione con le altre proprietà della materia o le mete sono ancora lontane?

Che segreti ci nasconde ancora il nucleo?

Quante cose riveleranno ancora al fisico i messaggi di luce e di corpuscoli che vengono dal cielo?

L'uomo vinca lo sgomento di fronte a questi interrogativi.

Nella fisica, come nelle altre ricerche, gli sia concesso l'orgoglio di essere conscio dei massimi problemi.

L'uomo ne è degno già solo per il fatto che se li è posti.

Ma non si acquieti accettandone soluzioni troppo comode.

Secondo il suo diverso spirito, una diversa fede lo guidi. Trovi sempre, già nei limiti dei fatti fisici che la natura concede alla sua analisi, i fondamenti di una morale universale; perchè la fisica parla anche all'animo di chi la interroga.

Tutti si scaldino al sacro fuoco del sapere; ne attingano giovinezza perenne: tutti prendano in ciò esempio dal RIGHI, presente nella scienza fino all'ultima ora.

Vi sarà lavoro per tutti, perchè il nostro cammino non ha soste; vi sarà raccolto per tutti perchè la nostra è scienza feconda.

Se taluno tra le pagine di FARADAY vedrà scritto: « Cerca il successo, non pretendere di ottenerlo », non cancelli, ma aggiunga: « Non ti assilli il successo; se l'ottieni, siine degno ».

III

La vita e l'opera di Augusto Righi.

Discorso Commemorativo tenuto al XXXVI Congresso della Società Italiana di Fisica.

G. VALLE

Istituto di Fisica dell'Università di Bologna

Signor Presidente, Eccellenze, Signore e Signori,

siamo oggi riuniti in questa Università degli Studi di Bologna, la più antica del mondo, per celebrare il centenario di AUGUSTO RIGHI, figlio di questa Città, fisico fra i più eminenti d'Italia dall'epoca di ALESSANDRO VOLTA. È giusto che l'Università e l'Accademia delle Scienze che lo ebbero insigne maestro, la Società Italiana di Fisica e l'Associazione Elettrotecnica Italiana delle quali fu socio fondatore e presidente, la Città che egli ha onorato col suo alto valore, l'Italia che lo ha avuto fra i suoi sommi scienziati, lo commemorino oggi, essendo con noi gli illustri rappresentanti di tante altre nazioni qui convenuti.

Commemorare, come oggi facciamo, un grande, non è solo ricordarne specificamente l'opera svolta; è, direi quasi, cogliere l'occasione del ricordo dell'Uomo, per rivedere alla luce delle sue azioni e della sua opera la nostra stessa posizione, per riflettere su noi stessi e trarne impulso verso nuove azioni, verso nuove opere.

A Lui vogliamo accostarci oggi riverenti, ricordandone con questi sentimenti la vita e le opere.

Nacque il RIGHI a Bologna, il 27 Agosto 1850 dal dott. FRANCESCO, medico, e dalla Signora GIUSEPPINA ZANETTI, in una casa del Borgo di S. Pietro, ora via del Borgo n. 3, poco distante da qui, e, tolti i pochi anni di insegnamento nelle Università di Palermo e Padova, dal 1881 al 1889, Egli risiedette sempre nella sua Città natale, sia durante gli studi e l'assistentato che dovevano portarlo alla cattedra universitaria, sia poi, per più di trent'anni, quale insuperato maestro, scienziato di fama mondiale e Preside, dal 1896 al 1903 e dal 1903 al 1915, della Facoltà di Scienze del nostro Ateneo.

E in questa stessa Bologna, all'alba dell'8 Giugno del 1920, Egli chiuse serenamente la Sua esistenza terrena. Vita ricca di opere imperiture nel campo della scienza sperimentale, largamente prodigata nell'insegnamento universitario e nella divulgazione dei principi e delle conquiste più significative della filosofia naturale, abbellita della serena, amorosa, umana natura del Suo carattere, ben manifesta in ogni Sua azione nell'ambito della famiglia, della scuola, della vita cittadina e nazionale.

E le estreme onoranze che alla salma di AUGUSTO RIGHI furono rese a Bologna il 10 Giugno non solo ufficialmente, ma spontaneamente dall'intera popolazione di Bologna, dimostrano quanto grande sia stata la considerazione in cui da tutti Egli era tenuto. Ho avuto la ventura di essere presente io stesso a quegli imponenti funerali

attraverso le vie di Bologna, a quella apoteosi di AUGUSTO RIGHI, che mai più dimenticherò.

«La sua vita» — sono parole di ORSO MARIO CORBINO nella commemorazione che ne tenne poco dopo all'Accademia dei Lincei — «seppe compiere il miracolo di trascinare dietro la salma preziosa l'intera massa dei cittadini di Bologna, dal più eletto al più umile, in una tregua imperiosa che tanta perdita seppe imporre alle aspre contese politiche.

AUGUSTO RIGHI fu veramente un grande fisico. Assommano a più di duecentocinquanta le sue pubblicazioni scientifiche, incominciando da quella prima [op. 1] (*) del 1872, già per sè stessa assai significativa, in cui si descrive una macchinetta elettrostatica di sua invenzione per moltiplicare a scopo di misura le cariche elettriche, la quale nel principio e nella realizzazione anticipa di mezzo secolo la costruzione delle colossali macchine elettrostatiche di VAN DER GRAAF, create per le moderne ricerche di fisica nucleare. La macchinetta si trova ancora conservata fra i cimeli più preziosi dell'Istituto di Fisica dell'Università.

Era in quell'epoca il RIGHI, prima ancora di conseguire la laurea in ingegneria, per le sue grandi capacità, assistente del prof. VILLARI, appunto in tale Istituto, con sede allora nel palazzo centrale universitario. Poco dopo con decreto del 29 Novembre del 1873 Egli veniva nominato titolare di Fisica all'Istituto tecnico «Pier Crescenzi» quale successore di ANTONIO PACINOTTI, l'inventore della dinamo, chiamato all'Università di Cagliari.

E in questo suo primo periodo di lavoro, oltre all'opera apprezzatissima di insegnante, il RIGHI ha avuto modo di compiere una serie di importanti ricerche prevalentemente di elettrostatica, preparandosi con esse ad affrontare in seguito problemi più ardui in connessione con una visione unitaria dei fenomeni elettrici. Del 1873 sono quelle *Ricerche di elettrostatica* [op. 2] che lo fanno entrare, lui giovanissimo, in vivace polemica con GIOVANNI CANTONI, il fisico di Pavia, a proposito della proprietà dei dielettrici; le conseguenti sue teorie sui condensatori, le macchine ad induzione, la elettrostrizione [op. 10], costituiscono un armonico contributo alla conoscenza di questo gruppo di fenomeni. Dello stesso periodo sono i lavori sulle forze elettromotrici di contatto [op. 4, 6, 11], nei quali il RIGHI comincia ad esprimere certi concetti sulla natura dei fenomeni elettrici, che molto si avvicinano a quelli moderni. Appunto in una memoria del 1875 sull'argomento [op. 6], si leggono queste sue parole: «È probabile che l'elettricità sia una particolare qualità di materia sottile, e non una forma di movimento molecolare»... e più avanti: «di qui si riconosce almeno la possibilità di raggiungere, col principio del contatto, la meta alla quale devono tendere le ricerche attuali, quella, cioè di far dipendere da un'unica causa l'immensa varietà dei fenomeni elettrici».

Il RIGHI, fino da questi suoi primi lavori intuiva quale doveva essere il futuro sviluppo delle teorie elettriche. La materia sottile, preconizzata dal RIGHI, doveva poi dimostrarsi costituita dagli elettroni.

Conseguita nel 1877 la libera docenza, il RIGHI conquistava la cattedra di fisica sperimentale all'Università di Palermo nel 1880, poi a Padova nel 1885, infine a Bologna nel 1889, cattedra che non doveva più lasciare fino alla morte. Qui il Nostro dominò per più di trent'anni come scienziato e come maestro e di qui la sua fama si estese al di là dei confini della Patria.

(*) I numeri delle opere si riferiscono all'elenco bibliografico contenuto nella *Scelta di scritti di Augusto Righi*, Bologna, Editore Zanichelli, 1950, pubblicati in occasione della celebrazione per il centenario della nascita di Augusto Righi.

AUGUSTO RIGHI si dimostrò infatti un fisico eccezionale e completo per l'abilità sperimentale e l'acutezza del pensiero, per la vastità degli argomenti trattati e la profondità con la quale man mano li sviscerava e li discuteva, per essersi trovato Egli sempre, nell'ambito di questi problemi e nei momenti cruciali dello studio di essi, all'avanguardia, sebbene talvolta con minore fortuna, dei fisici di tutto il mondo. E ovunque, nelle riviste scientifiche più importanti si incontra per quasi cinquant'anni, con grandissima frequenza, il suo Nome accanto ai più bei nomi dei fisici stranieri.

In una visione comprensiva dell'opera del RIGHI in tutto il lungo periodo della sua attività risulta manifesto che una delle direttrici seguite dal Nostro nel suo colossale lavoro di ricercatore è stata quella rivolta a mettere in evidenza la struttura elettrica della materia, in particolare con i suoi magistrali studi sul passaggio dell'elettricità nei gas. Anche giudicato dal punto di vista delle attuali nostre conoscenze, RIGHI può essere considerato in questo campo un vero maestro, uno dei più eminenti rappresentanti di quell'indirizzo scientifico che nella mole dei fatti sperimentali relativi alle scariche elettriche allora caoticamente noti seppe introdurre l'elemento coordinativo, mercè la chiara visione del meccanismo della convezione elettrica; ponendo così le basi per l'ulteriore studio quantitativo di tali fenomeni alla luce della fisica quantistica.

La prima memoria del RIGHI in questo campo è del 1876 e tratta del potenziale esplosivo [op. 14]; la seconda, dello stesso anno [op. 15], studia le scariche nell'interno e alla superficie dei liquidi, dove alcuni fenomeni osservati dal RIGHI sono gli stessi che diedero poi origine all'interruttore elettrolitico. In un'altra serie di memorie, posteriore, tratta di una specie di scintille elettriche, nelle quali la luminosità si propaga gradatamente da un elettrodo all'altro (1891-1892-1895) [op. 89, 90, 91, 95, 109].

RIGHI riuscì con opportune resistenze e condensatori a rallentare assai il moto della luminosità fino ad avere una forma di scariche che rassomiglia per molti aspetti alle folgori globulari, ancora oggi non bene spiegate; come pure interessante è il fatto dal RIGHI constatato che simili scariche si producono in modo ben definito soltanto nell'azoto e nell'ossido di carbonio. Anche con queste ricerche il RIGHI ha aperto un vasto campo a ulteriori studi, che con riguardo al fatto che i fenomeni si presentano solo in gas a molecola pluriatomica presentano ancor oggi interessanti aspetti da investigare.

L'altra direttrice seguita dal RIGHI nel suo fecondo lavoro comprende gli aspetti più diversi dei fenomeni ondulatori, meccanici ed elettromagnetici: le onde sonore, le onde hertziane, la luce. Di ogni caratteristica delle oscillazioni meccaniche e delle interferenze di esse egli si era reso padrone fin da principio in vari ed interessanti lavori, onde servirsene poi per interpretare fenomeni noti e prevederne ed idearne degli altri, ciò che gli fu reso particolarmente facile, sorretto com'era e guidato dalla sua eccezionale tecnica sperimentale, dalla passione amorosa della ricerca, e dalla costanza nel lavoro.

E quando, dopo la scoperta di HERTZ delle onde elettromagnetiche, si trattò di farne lo studio profondo e completo, furono ancora la sua padronanza della teoria delle onde e la sua abilità sperimentale che gli consentirono di riuscire magistralmente nel suo intento, superando ogni altro fisico che vi si era cimentato.

La prima memoria del RIGHI nel campo delle vibrazioni è anch'essa del 1873 [op. 3] e riguarda la composizione dei moti vibratori: è una trattazione completa della composizione di tre moti vibratori ortogonali e numerose figure stereoscopiche abilmente determinate mostrano in rilievo le traiettorie risultanti. Nel 1892 ideò poi un apparecchio per l'interferenza e i battimenti delle onde sonore [op. 93]; nel 1894 [op. 102] e nel 1898 [op. 132] presentò nuovi apparecchi per la composizione dei movimenti pendolari. Da queste ricerche ebbe anche l'incentivo allo studio della visione stereo-

scopica, dove lasciò un'impronta molto originale, servendosi di apparecchi da Lui ideati [op. 8, 80, 92].

Sulla stessa direttrice, ampia serie di ricerche teoriche e sperimentali il RIGHI ha istituito nell'ottica fisica. Già nel 1877 pubblicava la sua prima memoria sull'interferenza della luce [op. 18], interpretando specialmente i fenomeni di colorazione nelle frange del biprisma. In una successiva memoria pure del 1877 trattava la questione se per la polarizzazione rotatoria magnetica si poteva ammettere la birifrangenza circolare da FRESNEL considerata per la polarizzazione rotatoria naturale, riuscendo a dimostrare che realmente i raggi con polarizzazione circolare inversa si propagano con velocità diverse [op. 19, 20].

Nella stessa memoria il RIGHI si occupava delle possibilità di ottenere battimenti luminosi analoghi a quelli acustici e successivamente nel 1883 [op. 41, 42, 46] e molto più tardi ancora nel 1910 [op. 204], ritornava sull'argomento con varie brillanti esperienze. Queste esperienze dei battimenti luminosi, basate su una tecnica finissima, servono mirabilmente a dare un'immagine concreta della natura vibratoria dei fenomeni luminosi: in una di esse si osserva su un diaframma un continuo movimento di traslazione di frange luminose, in modo che in un punto dello stesso diaframma passa in un secondo un numero di frange eguale alla differenza fra i numeri di vibrazione delle due sorgenti interferenti.

Un altro esempio mirabile delle immense risorse del Nostro per superare le difficoltà sperimentali inerenti all'ottica fisica e della sua grande tenacia nel raggiungere lo scopo prefisso, è offerto dal suo studio del 1887 [op. 59] sui fenomeni che si producono coll'incrocio di figure reticolari piane: egli ne ricavò un dispositivo sensibilissimo per la misura di piccoli spostamenti.

Pur avendo il Nostro rami prediletti di investigazione secondo le due direttrici indicate, si può ben dire che ogni nuova importante questione o scoperta o invenzione che si è presentata ai fisici durante il cinquantennio della sua attività scientifica, ha ricevuto il suo poderoso contributo, mentre egli stesso con lavori originali apriva nuovi campi all'indagine scientifica; e parecchi risultati da lui ottenuti furono coordinati naturalmente agli sviluppi di quelle due direttrici, vie maestre della fisica dell'epoca. Così un contributo di grande importanza il RIGHI apportò allo studio della magnetizzazione dell'acciaio. Nella memoria del 1880 [op. 32] trova che « il momento magnetico temporaneo di una sbarra per variazioni graduali dell'intensità di corrente è maggiore se si arriva ad una certa intensità partendo da una più grande, che quando vi si giunge partendo da zero ». Il nome di RIGHI può quindi essere associato, riguardo alla scoperta dell'isteresi magnetica, a quello del WARBURG, che annuncia il medesimo risultato in una sua nota contemporanea.

Anche l'invenzione del telefono diede occasione al Righi di ideare un nuovo trasmettitore e un nuovo ricevitore, così che i suoni prodotti al trasmettitore potessero essere distintamente percepiti da un numeroso uditorio [op. 22]. Le esperienze con questo nuovo sistema telefonico vennero da lui eseguite con grande successo nella sera del 27 Aprile 1878 a Milano e nella sera del 27 Agosto nel grande anfiteatro del Conservatorio di Arti e Mestieri di Parigi.

Ma il RIGHI non fu ulteriormente lusingato a seguire così promettenti risultati tecnici e a insistere sulle proprie facoltà inventive, e tornando alle sue predilette ricerche scientifiche, converse la sua acuta indagine di nuovo su fenomeni che intuiva essere delle manifestazioni di particelle elettrizzate in moto. E così alle più belle scoperte nel campo dei fenomeni elettronici nei metalli viene a legarsi il nome di AUGUSTO RIGHI.

Nel 1883 [op. 45] Egli osservò che il fenomeno di Hall acquista nel bismuto una

intensità circa 10 mila volte maggiore che negli altri metalli. Del 1884 [op. 47] è la scoperta della profonda modificazione che subisce la conducibilità elettrica del bismuto sotto l'azione del campo magnetico. Altre azioni del campo magnetico furono più tardi trovate dal RIGHI: la distorsione delle linee isotermitiche di un metallo per effetto del magnetismo [op. 61] e la modificazione della conducibilità termica del bismuto sempre per effetto del campo magnetico [op. 63].

Contemporaneamente alle ricerche sul fenomeno di Hall, altre il RIGHI ne pubblicava, veramente magistrali e conclusive, sul fenomeno magnetooptico di Kerr (1885) [op. 50], studiandolo in tutti i minuti particolari e scoprendo il fatto che, in incidenza normale, nel metallo magnetizzato vi è un assorbimento ineguale delle due componenti circolari inverse della luce incidente, che ha parte preponderante sul fenomeno. Osserva inoltre il RIGHI che il cobalto e il ferro presentano nel fenomeno Kerr, con riferimento alla lunghezza d'onda della luce usata, una dispersione di carattere anomalo.

Più direttamente rivolta alla ricerca della costituzione elettrica della materia sta l'opera vasta e notevole compiuta dal RIGHI nel campo delle teorie moderne della ionizzazione e della dispersione elettrica. Furono le esperienze di CROOKES sulla così detta materia radiante che esercitarono sul Nostro una grande influenza. Egli stesso ne parla in una sua memoria e così si esprime: « Le brillanti esperienze di CROOKES sulla così detta materia radiante, che vennero per molto tempo spiegate da molti fisici, considerando i raggi catodici come manifestazioni di speciali condizioni dell'etere, da pochissimi furono interpretate conformemente al concetto di CROOKES: naturalmente mi trovai fra questi pochi, perchè le idee del fisico inglese erano identiche alle mie, che in gran parte si erano in me formate a guisa di estensione o generalizzazione di quelle ». Per confermare quindi l'interpretazione balistica data dal CROOKES al fenomeno dei raggi catodici, il RIGHI immaginò e realizzò le sue belle esperienze sulle ombre elettriche (1881-1882) [op. 35, 45], riuscendo a dare la dimostrazione del movimento delle particelle elettrizzate, col crescere la pressione del gas, rallentando il moto degli ioni fino a renderlo tale da seguire le linee di forza e del campo.

Il fenomeno scoperto da HERTZ nel 1887 sull'azione delle radiazioni violettee sulle scariche elettriche e specialmente il lavoro di HALLWACHS sulla dispersione dell'elettricità negativa per opera delle stesse radiazioni, richiamarono poi vivamente l'attenzione del RIGHI, che vide subito in questi fenomeni un intimo legame con la tesi da lui sostenuta che ogni fenomeno di scarica elettrica fosse effetto di una speciale convezione di particelle elettrizzate. E in questo nuovo campo dei fenomeni fotoelettrici, il RIGHI compì una serie memorabile di ricerche che pubblicò in sei note ed in tre memorie (1888-1889) [op. 64, 65, 66, 69, 71, 72, 73, 77, 81]; qui Egli riuscì a collegare le azioni fotoelettriche alle sue anteriori ricerche sulle ombre elettriche, provando con l'esperienza che realmente le particelle elettrizzate partenti dalla superficie del metallo investito dalle radiazioni seguono sensibilmente le linee di forza. Classica, nel campo dei fenomeni fotoelettrici è la sua dimostrazione sperimentale che i metalli colpiti dalla luce acquistano una carica positiva, se erano inizialmente allo stato neutro. Nel 1895 i fenomeni fotoelettrici sui metalli furono dal RIGHI confermati anche per i raggi röntgen [op. 117] e fu messa in evidenza la ionizzazione da essi prodotta nei gas [op. 129].

Ma l'ottica delle oscillazioni elettriche è il campo dove il RIGHI, insieme a MAXWELL ed HERTZ, si può considerare vero pioniere. Le sue ricerche a questo riguardo costituiscono il coronamento più felice dell'opera sperimentale dell'HERTZ. Il RIGHI, com'è noto, riuscì a riprodurre tutti i fenomeni più importanti dell'ottica nel campo delle oscillazioni elettriche con quella semplicità ed eleganza che sono proprie dei grandi Maestri. Dapprima Egli rivolse le sue cure a costruirsi sia oscillatori che producessero onde elettromagnetiche aventi quelle lunghezze d'onda così piccole che occorre-
vano,

e dei risonatori convenientemente sensibili: così Egli pervenne al suo classico oscillatore a sfere e al risonatore rettilineo [op. 98]. E i risultati conseguiti dal RIGHI con questi idonei mezzi di ricerca che si era da solo creati sono brillantemente ed esaurientemente esposti nella sua celebre memoria presentata all'Accademia delle Scienze di Bologna il 27 Maggio 1894 [op. 106].

Dopo aver ripetuto con la massima facilità le esperienze fondamentali di riflessione di HERTZ, il RIGHI verifica con le oscillazioni elettromagnetiche l'esperienza di interferenza ottica coi due specchi di Fresnel e determina il valore della lunghezza d'onda impiegata e l'indice di rifrazione della paraffina e dello zolfo. Per primo ottiene l'interferenza delle onde elettromagnetiche nelle lamine sottili, e per primo ne osserva i fenomeni di diffrazione. Indi procede allo studio del problema fisico della riflessione, dimostrando che la direzione della forza elettrica corrisponde alla direzione delle vibrazioni dell'etere nella teoria del Fresnel. Con altrettanta precisione il Nostro ottiene la polarizzazione ellittica e circolare delle onde hertziane completando l'analogia coi fenomeni ottici. Scopre poi il fenomeno della doppia rifrazione nel legno [op. 111], e dopo che il GARBASSO, seguendo la via discussa dal RIGHI, ebbe constatato lo stesso fenomeno sul gesso, il Nostro fa uno studio accuratissimo della birifrangenza nei corpi cristallizzati [op. 114]. Successivamente nel 1897 pubblica un'altra ricerca molto importante sulle onde secondarie prodotte da masse isolanti, sottoposte alle radiazioni emesse da un oscillatore [op. 132]: e dedotti teoricamente i fenomeni che dovrebbero verificarsi con semplici forme di isolanti ne trova poi una esatta conferma nell'esperienza. Infine il RIGHI introduce nello studio delle onde elettromagnetiche un nuovo rivelatore [op. 138], cioè un tubo da scarica contenente gas ad un conveniente grado di rarefazione, che si illumina se colpito da onde elettriche; questo rivelatore di minor sensibilità del coherer, ma di maggior sicurezza di funzionamento ha avuto in seguito anche qualche sviluppo applicativo. Tutte queste esperienze il RIGHI ha riassunto in una monografia edita nel 1897 [op. 137] intitolata *L'ottica delle oscillazioni elettriche* che ebbe enorme successo, e rapidamente fu esaurita.

Era l'epoca questa in cui cominciavano ad affermarsi anche i primi colossali trionfi d'un altro grande bolognese, giovanissimo allora e pieno di fede ed ardimento: GUGLIELMO MARCONI. Guidato da un intuito eccezionale, questi seppe man mano accrescere la lunghezza delle onde elettromagnetiche usate dal RIGHI, per asservirle al proprio scopo e lanciarle oltre gli oceani. E commemorando oggi in Bologna AUGUSTO RIGHI, il nostro pensiero non può non rivolgersi riverente anche alla memoria di GUGLIELMO MARCONI.

Pochi anni dopo una nuova esperienza, quella dell'arco cantante di DUDDÉL, dà al Nostro incentivo ad indagare se si potesse ottenere un analogo effetto per mezzo delle scariche elettriche, campo a cui sempre ricorreva con passione. Ed infatti Egli ottenne produzione di suoni in condensatori per mezzo delle scariche nei tubi a gas rarefatti e nelle fiamme (1902) [op. 160, 161]: i risultati e la teoria che ne diede hanno avuto poi applicazioni in ulteriori studi sulla conduzione elettrica in gas rarefatti.

Il fenomeno Zeeman, per la sua grande importanza e per il contributo che poteva portare alla teoria elettronica, è stato anche dal RIGHI ampiamente studiato. A tale scopo egli ideò la disposizione dei nicol incrociati per osservare il fenomeno inverso di Zeeman nella fiamma a vapori di sodio [op. 151]: in realtà nell'esperimento del RIGHI si sovrappongono un debolissimo effetto dovuto al fenomeno Zeeman inverso e un altro molto più cospicuo, dovuto all'effetto Macaluso-Corbino, appena più tardi messo in evidenza da questi fisici.

Verso il 1903 il RIGHI, appena in possesso di una piccola quantità di bromuro di radio, costruendo alcune idonee forme di elettrometri a foglie d'oro di grandissima

sensibilità, risolve, tra l'altro, la complessa questione delle cariche elettriche acquistate dai corpi colpiti dai raggi del radio [op. 169, 172].

Poi nel 1908 il Nostro, tornando all'argomento preferito delle scariche elettriche, si propone lo studio dei complessi fenomeni di scarica nei tubi a gas sottoposti a campo magnetico [op. 186]. Un gran numero di esperienze nuove e suggestive furono il frutto del suo lungo lavoro; la sua ipotesi dei raggi magnetici gli servì per la interpretazione dei nuovi fatti. Inoltre egli osservò e spiegò la singolare influenza che il campo magnetico produce sul potenziale di scarica (1910) [op. 202]. Essa è legata alla sua importante scoperta (1890) [op. 87] della esistenza di una distanza critica tra gli elettrodi, per la quale la corrente ha un valore massimo e valori più piccoli per distanze maggiori o minori. Scopri inoltre e spiegò altri interessanti fenomeni, che attribuì alla separazione magnetica degli ioni (1913) [op. 220].

Dalle indagini sull'influenza del campo magnetico sulla scarica nei gas, il RIGHI fu distolto per occuparsi dello studio dell'esperienza di Michelson, uno dei fondamentali sperimentali della teoria della relatività. In quattro memorie [op. 234, 236, 238, 239] Egli sottopose l'esperienza stessa ad una acuta critica e progettò una nuova esperienza, assai delicata che avrebbe dovuto confermare rigorosamente o negare il risultato di MICHELSON. Ma oramai nulla avrebbe potuto più fornire nuovi elementi alla gloria che il Nostro s'era già conquistata nella scienza in quasi un cinquantennio di intensa attività scientifica. Ancora poche ore prima di morire RIGHI scriveva una aggiunta alla sua ultima memoria e si può dire che veramente Egli è morto sulla breccia.

A così grande fisico naturalmente non potevano mancare i più alti riconoscimenti ufficiali e in Patria e all'Estero. Fu Socio nazionale di tutte le Accademie e Società scientifiche d'Italia e Senatore dal 1905; socio delle principali Società di Fisica estere; dottore h. c. delle Università di Göttingen e di Erlangen, socio onorario (uno dei dodici) della Physical Society di Londra, della Royal Institution of Great Britain, della Royal Society di Edinburgo, medaglia e premio Hughes della Royal Society di Londra, corrispondente delle Accademie di Haarlem e di Boston, membro dell'Institut Solvay di Bruxelles, del Bureau des Longitudes, della Institution of electrical Engineers di Londra, della Regia Società delle Scienze di Uppsala (al posto di lord KELVIN); della « Antonio Alzate » di Città del Messico, della Società delle Scienze di Göttingen, ecc.

AUGUSTO RIGHI fu sommo anche nell'arte di insegnare e chi ha avuto la fortuna di assistere alle sue lezioni non potrà mai dimenticare la chiarezza e la semplicità del suo eloquio, la naturalezza dei suoi ragionamenti anche intorno alle questioni più delicate e difficili e in pari tempo la magistrale perfezione dell'illustrazione sperimentale che sempre riccamente accompagnava l'esposizione di ogni argomento. Argomento che Egli svolgeva riuscendo ad imporsi alla folla degli studenti ed ammiratori, avvicinandola fino ad immedesimarla con Lui, tanto che Egli ne sentiva intima soddisfazione.

« Quando si veggono i segni di questi sentimenti su tanti volti giovanili » — sono parole del RIGHI — « quando si ha coscienza di potere plasmare a proprio talento, in rapporto alla Scienza che si professa, tutte quelle menti, che chiedono solo di dar sfogo alle loro balde energie intellettuali, quando si prova la ben nota impressione d'essere avvinto all'uditorio da misteriosi legami, che permettono, non solo di sentire, ad ogni istante, se si è, o no, ben compresi, ma anche di colmare subito, occorrendo, le eventuali lacune del proprio ragionamento, quando alla fine si resta persuasi che l'opera riesce efficace, sia tutto questo illusione o realtà; sta di fatto però, che si prova una soddisfazione grandissima, che forse difficilmente immagina chi non l'abbia sentita ».

E RIGHI infonde questa convinzione in tutti quelli che l'ascoltano sia nelle lezioni cattedratiche del primo biennio, sia nelle lezioni di magistero del secondo, che egli cura con particolare interesse, ben sapendo quale enorme importanza esse abbiano per l'ad-

destramento dei futuri insegnanti. L'ultima lezione del Nostro, un mese prima della morte, il 6 Maggio del 1920 è stata appunto — secondo una informazione dell'amico e collega TODESCO — una lezione di Magistero. Io ricordo invece personalmente con commozione l'ultima sua lezione del biennio nello stesso anno, sull'interferenza della luce, che, mentre ero già da molti anni laureato, ebbi occasione di udire e della quale conservo ancora un ricordo indelebile, per la perfezione di essa.

Spirito sereno quello del Nostro, forse anche perchè egli ebbe la fortuna di trascorrere la maggior parte degli anni della sua esistenza proprio in quel felice periodo della storia del mondo, in cui ognuno viveva nella fallace illusione che la civiltà avesse vinto la guerra.

A tale serenità di spirito nella vita dello scienziato non poteva non accompagnarsi nel Nostro che una identica serenità e umanità nella vita familiare, cui Egli dedicò tutto il suo affetto, nell'istituto, ove Egli fu bene amato da tutti, nella vita cittadina e nazionale. Fu a Bologna consigliere comunale attivo e solerte degli interessi della sua città natale, a Roma, al Senato, sollecito di far sentire e pesare il suo pensiero competente ed equanime specialmente nei problemi riguardanti l'istruzione.

Dei suoi allievi raggiunsero la Cattedra PIETRO CARDANI, BERNARDO DESSAU, LAVORO AMADUZZI; gli furono assistenti, fra gli altri, la signa MORETTI e i professori PEROTTI e FAMIGLINI; ma collaboratori efficacissimi del Nostro furono anche i tecnici UGO RANGONI e ROBERTO ROSSI che lo assistettero sempre con affettuosa costanza nelle sue ricerche. Tutto il mondo di RIGHI era concentrato in quel laboratorio in cui pensava, sperimentava, creava con costante entusiasmo le sue opere scientifiche. E ogni serie di lavori che usciva dal suo laboratorio era un poema, che Egli aveva intimamente vissuto.

Altrettanta chiarezza quanta nei lavori scientifici manifesta il RIGHI anche nelle sue opere di divulgazione, altrettanto fascino Egli suscita, sì da interessare avidamente tutti coloro che pur non essendo particolarmente addentro nei complessi problemi fisici, ne sentono l'importanza e desiderano conoscerli. E ancor oggi, dopo molti decenni e dopo i giganteschi progressi della Fisica moderna, tali opere si leggono con grande compiacimento e vivo interesse.

Sono 12 in tutto questi saggi del RIGHI, che potrebbero formare già da soli la gloria di un Maestro. Anche se si esclude quell'ottica delle oscillazioni elettriche del 1897 già ricordata che più che una volgarizzazione rappresenta il coronamento di una delle attività del RIGHI che gli hanno valso fama mondiale, basti citare, a suo onore, fra le altre opere divulgative e tuttavia scientificamente fondamentali per l'impostazione dei principi e la giusta previsione degli sviluppi ulteriori della nostra scienza, il discorso *La nuova fisica* [op. 209] tenuto per l'inaugurazione della quinta riunione della Società Italiana per il progresso delle Scienze il 12 Ottobre 1911 a Roma e pubblicato nelle « *Atualità Scientifiche* » del nostro Zanichelli nel 1912.

« Qualunque siano per essere le future scoperte, esse devono trovare lo scienziato, degno di questo nome, pronto ad accoglierle, libero da ogni presuntuoso apriorismo, quand'anche esse dovessero obbligarlo alla rinuncia di opinioni a lungo professate », così s'esprimeva il RIGHI avviandosi al termine di questo suo magistrale discorso e con tale asserzione Egli ci dà la vera definizione dello scienziato.

Al Nostro però, quale Direttore di un Istituto di fisica di così alta importanza com'era quello dell'Università di Bologna, accanto alla ricerca scientifica e all'insegnamento, altri doveri si imponevano, che non poteva nè voleva trascurare, relativi all'organizzazione dell'istituto stesso al fine di rendere in esso sempre più vasta ed agevole l'attività scientifica e più efficace, in tutte le sue branche, l'insegnamento. Era l'Istituto di fisica del RIGHI, fino al principio del secolo, confinato in poche stanze

di questo palazzo centrale universitario. Ora il RIGHI volle ed ottenne in quell'epoca di creare a Bologna quel grande Istituto di Fisica che oggi si onora giustamente del suo nome.

Quel 12 Aprile 1907 in cui fu fatta coincidere l'apertura dell'Istituto di via Irnerio con la celebrazione del 25° anniversario del suo insegnamento universitario fu una giornata di intensa gioia. Festa sentita, per AUGUSTO RIGHI, per l'Istituto che aveva infine creato, alla quale non solo Bologna, non solo i fisici, gli scienziati, le più alte autorità d'Italia hanno partecipato, ma tutto il mondo con telegrammi e lettere a firma di un lord KELVIN, di un PLANCK, di un SILVANUS THOMSON, di un LORENTZ, di CROOKES, di LIPPMANN, di POYNTING, di WEISS, di COTTON, di WEBER, di ETTINGHAUSEN, di VAN DER VAALS, di RUBENS, VOIGT, SIMON e di tanti e tanti altri, di tutti in una parola i fisici più illustri di quell'epoca.

Il busto di AUGUSTO RIGHI che in quel giorno fu murato nella biblioteca dell'istituto, per cui l'epigrafe fu dettata da GIOVANNI PASCOLI, sta ancora oggi nello stesso posto ad incitare i giovani studiosi, che qui si radunano, al puro amore della scienza.

E ciò che disse e mostrò il Nostro in quella occasione, trattando della struttura elettrica della materia, in una dotta dissertazione illustrata da brillanti esperienze — era ufficialmente la sua prima lezione nel nuovo istituto — potrebbe indubbiamente ancor oggi dopo quaranta e più anni di così grande progresso della fisica infondere in ogni studioso di essa quel fervido entusiasmo che in qualunque stadio dello sviluppo della scienza è sommamente necessario e molto spesso deriva appunto dall'esempio di coloro che ci hanno preceduto e hanno posto le basi necessarie per spiccare nuovi voli.

Ma in quella memorabile giornata del 12 Aprile 1907 RIGHI non tenne solo la lezione di cui ho detto, ma volendo ancora ringraziare gli intervenuti per gli onori che gli erano stati prodigati, quelle che avrebbero potuto ridursi a poche parole convenzionali di gradimento, si trasformarono in una manifestazione più spontanea e viva del Maestro e dell'Uomo che noi oggi onoriamo, una confessione, la potrei quasi chiamare, semplice ed onesta di tutti i suoi più intimi e puri sentimenti.

Mi spiace veramente di non aver potuto includere nella scelta delle opere scientifiche di AUGUSTO RIGHI che, auspice la Società Italiana di Fisica, editore Zanichelli, vede oggi la luce, anche queste pagine così significative e insieme commoventi del Nostro. Qui la sua natura si manifesta appieno e tanto più rifulge di gloria, in quanto traspare da ogni sua parola la sua innata modestia.

Voi mi fate tanti onori oggi, dice il RIGHI; è vero, ho fatto anche qualcosa per meritarmeli; ma credere che io abbia fatto fatica, che mi sia stato anche una volta sola pesante rinunciare ai tanti allettamenti della vita per dedicare il mio tempo a esperienze e studi che altri giudicherebbero faticosissimi? « Ebbene » — egli dice — « ai sentimenti che provo si sovrapporrebbe l'ombra del rimorso, se realmente non dichiarassi qui che, se ho assai lavorato, se, come spero, lavorerò ancora per molto tempo, ciò non richiese mai nè richiederà per parte mia nessun sforzo di volontà, giacchè ho sempre ceduto e cederò con gioia in avvenire ad un desiderio vivissimo e prepotente che provo ancora come nella mia prima gioventù ».

E qui, il RIGHI è tratto necessariamente a confrontare sè stesso scienziato, con l'artista, il poeta, che segue l'impulso delle sue passioni. « Eppure la passione scientifica è essa pure innata e chi la sente si trova esposto a quelle stesse alternative e di entusiasmo e di sconforto, le mille volte cantate e descritte quando si riferiscono a chi si è dedicato al culto del Bello ».

A questo Nostro Grande, ad AUGUSTO RIGHI, che seppe per le vie della Scienza raggiungere così alti gradi dell'attività dello spirito, guardino i giovani studiosi di oggi e delle generazioni future, traendo dal suo esempio luminoso conforto a lavorare con passione e dignità e con salda fede nell'ideale della Scienza per il bene dell'Umanità.

IV

La conservation des unités du Système Métrique.

Conférence tenue au XXXVI^{me} Congrès de la Société Italienne de Physique

CH. VOLET

Bureau International des Poids et Mesures - Sèvres

Parmi les innombrables touristes qui déferlent chaque année de Paris à Versailles, bien peu se souviennent qu'à Sèvres, c'est à dire à mi-chemin de ces deux lieux de prédilection, se trouve le sanctuaire du Système Métrique. Cependant, tous ont appris à l'école, que ce soit au Mexique, en Suède ou au Japon, que les étalons fondamentaux de notre système de mesures sont déposés au Pavillon de Breteuil. Certes les auditeurs auxquels j'ai l'honneur de m'adresser aujourd'hui, le savent. Mais, peut-être beaucoup d'entre eux ignorent-ils que ce pavillon de réputation mondiale était, aux temps de la splendeur de la royauté, le Trianon du Château de Saint-Cloud, où le frère du roi tenait une cour dont l'éclat rivalisait avec celle de Versailles.

Sous l'Empire, il y a à peine un siècle et demi, cette demeure historique fut connue sous la dénomination de Pavillon d'Italie. Cet hommage rendu par Napoléon à votre pays fut de courte durée, car, quelques années plus tard, l'empire échafaudé par l'illustre guerrier s'effondrait... comme tant d'autres.

La coquette demeure redevint le Pavillon de Breteuil. Puis, en 1875, le gouvernement français la mit gracieusement à disposition pour en faire le siège du Bureau International des Poids et Mesures. J'ai plaisir à rappeler ici que la nouvelle institution fit ses premiers pas sous la direction d'ailleurs éphémère de votre compatriote GILBERTO GOVI plus connu comme commentateur de ce savant doublement illustre: Léonardo da Vinci.

Mais revenons à cet autre empereur, non moins digne d'intérêt: le *Mètre* qui réside actuellement au Pavillon de Breteuil accompagné de son brillant second: le *Kilogramme*. Son règne sera-t-il plus long que celui des dynasties humaines?

Il y a lieu de bien faire ici la distinction nécessaire entre l'*unité* et l'*étalon*. S'il s'agit de l'unité, on peut, sans optimisme exagéré, penser que son sort

est maintenant indissolublement lié à celui de notre civilisation elle-même : le Mètre durera autant qu'elle.

S'il s'agit de l'étalon, la question est tout autre. Celui-ci a déjà été changé une fois en 1889, lorsqu' on substitua à l'étalon des Archives de France, qui était à bouts, l'étalon actuel, qui est à traits. Ce dernier sera-t-il à son tour remplacé par l'étalon naturel que constitue une longueur d'onde ? On en parle de plus en plus. Le problème est d'importance. Il faut que tous les physiciens y réfléchissent. Aussi ne saurais-je faire œuvre plus utile que d'attirer votre attention sur les divers aspects de cette question.

Si l'on envisage de réformer notre prestigieuse barre en platine iridié, il est bon d'affirmer d'emblée que ce n'est pas parce que celle-ci a démerité de la Science.

Certaines informations ont parfois laissé entendre, en effet, que le Mètre international ne présenterait pas une stabilité absolue. Cette opinion résulte d'une fausse interprétation de certains faits. En réalité nous n'avons aucune raison de croire à une instabilité, si petite soit-elle, de notre étalon. Tous les détails de sa construction ont été étudiés avec une si scrupuleuse conscience, que si l'on devait le refaire aujourd'hui, on ne saurait s'écarter des principes établis par nos prédécesseurs. En particulier, le platine contenant 10 % d'iridium est un métal admirable qui n'a pas encore été égalé : sa stabilité et son inaltérabilité sont parfaites.

En vérité, le Bureau International des Poids et Mesures s'est aperçu, il y a une trentaine d'années, que deux des Mètres dont il se servait pour les usages courants, avaient varié par rapport à l'ensemble des prototypes dont il dispose. L'écart était d'environ 4 dixièmes de micron.

Il semble indubitable que ce petit allongement ait été provoqué, non par une variation des dimensions de la barre elle-même, mais bien par un changement accidentel survenu dans l'aspect des traits définissant la longueur de ces étalons.

Ces repères sont des figures extrêmement subtiles ; ils ont quelques microns de largeur et leur longueur utile n'excède pas deux dixièmes de millimètre. Ils présentent aussi une certaine fragilité sur les Mètres gravés autrefois, car les traits anciens sont presque toujours accompagnés de copeaux de métal incomplètement arrachés par le diamant qui a creusé le sillon. Il en résulte que le trait présente un aspect irrégulier et qu'il est sujet à changer de forme si un nettoyage malencontreux arrive à détacher l'un de ces copeaux.

Depuis de nombreuses années, le Bureau International s'est intéressé à la technique du polissage et du traçage des règles dans laquelle on a fait de substantiels progrès. Les Mètres que nous gravons aujourd'hui possèdent des traits sans rébarbe. Ils sont beaucoup plus réguliers que les anciens et pratiquement inaltérables dans leur forme.

Quoi qu'il en soit, l'accident survenu à deux de nos étalons n'a fait que perturber momentanément nos résultats puis il nous a permis de tirer des conclusions utiles pour l'avenir. Premièrement, il faut améliorer la qualité de

nos prototypes. Deuxièmement, il faut établir des contrôles plus fréquents de leurs concordance mutuelle.

La première partie de ce programme est maintenant réalisée, le Bureau International a fait rénover certains de ses Mètres qui portaient un tracé par trop défectueux.

Quant à la deuxième partie de ce programme, nous pensons l'organiser en instituant des comparaisons périodiques qui pourraient avoir lieu, par exemple, dans l'année qui précède une Conférence Générale des Poids et Mesures, c'est-à-dire tous les 6 ans. Dans les groupes de comparaison pourraient intervenir des Mètres de nature autre que ceux en platine iridié, par exemple: en nickel, en quartz, etc., de façon à suivre de près la tenue de nos étalons et à révéler promptement tout écart qui excéderait les erreurs d'observation.

Je dois dire que le rapport pratiquement constant que l'on observe depuis une cinquantaine d'années entre les longueurs d'onde et le Mètre, nous donne déjà un argument de très grand poids en faveur de l'excellente conservation de notre unité de longueur. De plus, celle-ci a servi à mesurer des étalons taillés dans du cristal de roche, et de nouvelles déterminations, que j'espère prochaines, nous apporteront sans doute une confirmation de cette stabilité, établie cette fois sur le témoignage d'une substance cristallisée depuis les temps géologiques.

Les améliorations acquises dans la construction des étalons n'auraient pas donné leur plein effet si d'autres perfectionnements n'étaient intervenus heureusement pour les compléter. Ceux-ci sont relatifs aux méthodes de mesure et aux moyens d'observation.

La méthode de comparaison, vous la connaissez; elle consiste à pointer au moyen de deux microscopes fixes, les traits de l'un des étalons, puis, après substitution, les traits du deuxième étalon. Cette opération élémentaire s'accompagnerait d'erreurs systématiques imprévisibles si l'on n'introduisait pas dans les mesures une symétrie rigoureuse.

J'ai dit tout à l'heure quelle était la finesse d'un trait de repère, mais la subtilité des moyens d'observation est 100 fois plus grande encore. Je veux dire par là que l'on peut repérer un trait avec une précision qui correspond à quelques centièmes seulement de la largeur de ce trait. Pour être sûr de ce que l'on mesure lorsqu'il s'agit de quantités aussi petites, nous nous sommes aperçus, au Pavillon de Breteuil, bien après nos confrères les astronomes, qu'il était nécessaire que nous retournions nos microscopes comme eux-mêmes retournent déjà leur lunettes méridiennes. Le comparateur principal que nous avons équipé selon ce principe, a d'emblée démontré l'importance de cette symétrie, qui, ajoutée à celles que l'on respectait déjà, complète maintenant un ensemble théoriquement parfait.

D'autre part je dois vous signaler une évolution qui se prépare dans les

moyens d'observation et qui est susceptible d'apporter dans un avenir prochain, une précision encore accrue dans le pointé des étalons à traits. Il s'agit du remplacement du microscope micrométrique habituel par un dispositif de pointage impersonnel. La Société Genevoise d'Instruments de Physique, qui a pris l'initiative de recherches dans cette direction, nous a déjà présenté un microscope photoélectrique sur lequel il est permis de fonder de grands espoirs. La précision qu'il donne déjà est supérieure à celle des appareils classiques.

On peut résumer la situation actuelle en disant que notre unité de longueur est basée sur un ensemble d'étalons dont on a tout lieu de croire qu'ils sont absolument stables. Grâce à eux, la précision de nos mesures les plus soignées est sans doute de 0,1 micron sur un mètre et selon toute vraisemblance, cette situation doit s'améliorer bientôt.

Mais les métrologistes restent hantés par le grand rêve de l'étalon naturel. C'est un problème vieux comme le Monde. Les fondateurs du Système Métrique, pensèrent l'avoir résolu en choisissant la longueur d'un méridien de la Terre. L'idée était noble. Elle permettait de ménager la susceptibilité des pays désireux d'adopter les nouvelles mesures. Mais elle était mauvaise.

Il eût été bien impossible, en partant des dimensions de la Terre, de reconstituer le Mètre avec une exactitude suffisante pour la Science si ses étalons d'usage avaient disparu dans un cataclysme. Aujourd'hui surtout, malgré les progrès remarquables de la géodésie, nos étalons de longueur sont d'une précision 100 fois supérieure à celle que l'on pourrait atteindre dans la détermination des dimensions de notre planète.

Ces considérations sont apparues nettement aux savants qui eurent la charge d'établir le Système Métrique sur le plan international: c'est pourquoi ils abandonnèrent l'étalon naturel pour nous doter de cette fameuse barre en forme d'X qui définit par sa seule présence notre unité de longueur. Que l'existence éternelle de cet étalon soit précaire malgré tous les soins dont il est entouré, c'est un fait dont il faut tenir compte. Aussi l'esprit serait-il plus satisfait si nous pouvions confier à la Nature le soin de conserver nos unités selon un processus facilement réalisable et précis.

Sans attendre que ce désir soit un fait accompli, je peux vous rassurer sur les conséquences qu'aurait une éventuelle disparition de l'ensemble des prototypes du Pavillon de Breteuil. Il existe dans tous les pays du Monde d'excellentes copies qui permettraient de rétablir avec une exactitude parfaite nos longueurs et masses fondamentales.

Comme étalon naturel, l'attention des physiciens se concentre aujourd'hui sur la prestigieuse longueur d'onde grâce à laquelle on dispose d'une échelle de longueur d'une finesse inégalée. A vrai dire, ils y pensent depuis plus d'un siècle. S'ils ne l'ont pas déjà adoptée, c'est que la spectroscopie est encore dans une période d'évolution remarquable. Des études successives ont progressivement mis en évidence des facteurs, de plus en plus nombreux qui peuvent

influencer la longueur d'onde d'une raie spectrale. En même temps, de nouvelles techniques permettaient la réalisation de lumières de plus en plus monochromatiques. Si bien que, comme BABINET en 1827 déjà, on eut plusieurs fois l'occasion de se féliciter de n'avoir pas été trop vite en besogne.

La découverte relativement récente de radiations jouissant de propriétés métrologiques encore plus remarquables, pose de nouveau avec acuité la question de savoir si le moment est venu de reléguer notre Mètre dans la vénérable armoire où nepose déjà, glorieux retraité, le Mètre des Archives de France.

Aussi subtiles que soient ces radiations nouvelles émises par quelques isotopes du krypton ou du mercure, on peut bien le dire, elles ne sont pas aussi parfaites qu'on voudrait les concevoir en vue de constituer le fondement de nos mesures. Comme on sait, une limitation irrémédiable est imposée à la finesse des raies spectrales, ne serait-ce qu'en raison de cet effet Doppler-Fizeau provoqué par l'agitation thermique des atomes.

Pratiquement, les meilleures raies dont on dispose donnent des franges d'interférence extrêmement nettes pour les petites différences de marche. Mais, au fur et à mesure que la distance considérée grandit, le phénomène se modifie. L'aspect des franges évolue peu à peu. Le changement, imperceptible au début, devient tel que, à partir d'une certaine distance le phénomène n'est plus visible. Si les franges en s'estompant gardaient une symétrie rigoureuse on serait fondé de croire qu'aucune erreur systématique n'est à craindre de ce fait. La distance mesurée en comptant un million de franges serait bien égale à celle correspondant au million de franges suivantes. Nous aurons peut-être le moyen, grâce au microscope photoélectrique, de vérifier ce dogme qui ne repose pour le moment, il faut bien en convenir, que sur des présomptions, évidemment très sérieuses.

Ainsi, l'échelle interférométrique évoque invinciblement l'idée d'une règle dont les traits seraient irréprochables au début, puis deviendraient de plus en plus larges, disymétriques, défectueux, dans la proportion où l'on s'éloigne de l'origine. Il faudra penser à ce caractère lorsqu'on sera sur le point de prendre une décision.

Il faudra aussi s'assurer, par des expériences nombreuses, que la radiation choisie est bien reproductible en tous lieux et avec une grande certitude.

Une mésaventure récente montre combien il faut apporter d'attention à cette condition. Il y a quelque temps, lorsqu'on put disposer des premières lampes donnant l'arc du mercure 198 (isotope obtenu comme on sait par transmutation à partir de l'or), des échantillons furent remis à quelques grands laboratoires dans différents pays. Ceux-ci déterminèrent avec soin les longueurs d'onde des nouvelles radiations par comparaison avec la raie rouge du cadmium. Contre toute attente, l'un des résultats différait des autres d'une quantité correspondant à 2 ou 3 dixièmes de micron par mètre. On s'aperçut alors que

la lampe au cadmium de l'un des laboratoires ne respectait pas assez rigoureusement les spécifications établies. Il avait ainsi suffi d'un détail infime pour que la précision de la longueur d'onde de référence devînt tout à coup illusoire.

Car le prototype de longueur que l'on envisage d'adopter est sensible à un grand nombre d'influences extérieures. En dehors de celles qui ont leur origine dans l'action du milieu ambiant, l'air, dans lequel la plupart des mesures doivent être faites, d'autres sont dues à la pureté chimique et isotopique de l'élément choisi, à la spécification précise des conditions d'excitation de la radiation, ainsi qu'à ces phénomènes subtils : l'effet Stark, l'effet Zeeman, qui firent eux-mêmes l'objet des préoccupations d'AUGUSTO RIGHI dont nous célébrons aujourd'hui le souvenir.

Parmi les arguments que l'on fait valoir en faveur de l'étalon immatériel, on cite le fait que toutes les longueurs d'onde connues, et Dieu sait si elles sont nombreuses, ont été mesurées en se référant à l'une d'entre elles, la raie rouge du cadmium. Tout changement qui serait apporté à la valeur de cet étalon, modifierait la totalité des tables spectrométriques existantes, ce qui est pratiquement irréalisable.

Faisons remarquer tout d'abord, que si l'on adoptait l'étalon lumineux, ce n'est pas le cadmium sur lequel se porterait le choix des métrologistes. Les tables des longueurs d'onde resteraient ainsi sous la dépendance du rapport, lui-même sujet à subir des variations, qui serait admis entre les ondes du nouvel élément et du cadmium.

C'est évidemment un désir très légitime d'espérer établir des listes de longueur d'onde aussi immuables qu'une table de logarithmes. Mais cela n'est pas possible. On ne peut leur enlever leur caractère de déterminations expérimentales sujettes, par conséquent, à des erreurs.

La métrologie a des limites qu'il faut savoir accepter. Ainsi, malgré le désir qu'en aient eu nos grands prédécesseurs, nous dûmes convenir un jour, que la masse d'un décimètre cube d'eau n'était pas rigoureusement égale au prototype du kilogramme qu'ils avaient construit.

Ce rapprochement m'incite à mettre en garde les physiciens contre l'utilisation d'une unité *Ångström* qui ne serait pas dans un rapport simple avec le Mètre. L'expérience qu'on a faite en créant deux unités de volume très légèrement différentes : le décimètre cube et le litre, est fâcheuse. Elle porte atteinte à la pureté du Système Métrique. Ne faisons pas de même avec l'*Ångström*, dont une autorité en la matière, a pu dire qu'il menaçait le Système Métrique.

Une résolution prise dès 1907 par le Congrès solaire définit cette unité par une certaine fraction de la longueur d'onde de la raie rouge du cadmium. Jugeant avec le recul du temps, il est permis de penser que cette décision était prématurée et inopportune. Nous sommes encore incapables, après plus de 40 ans, de dire si l'*ångström* du Congrès solaire est ou non différent du

dix millième de micron, et, lorsque nous serons en état de le faire, ce ne sera probablement plus la raie rouge du cadmium qui sera l'étalon de référence.

Fort heureusement, toutes les mesures de cette raie rouge donnent aujourd'hui, en moyenne, le même nombre qui a été admis, depuis environ un demi-siècle, à la suite des déterminations effectuées au Bureau International.

Examinons les résultats de ces différentes mesures. On en compte environ 9 faites avec le plus grand soin. Les nombres obtenus s'écartent les uns des autres de quantités correspondant à quelques dixièmes de micron par mètre. Deux d'entre elles présentent une divergence d'un demi micron. Quelle conclusion tirer de cela? C'est que si l'on définissait le mètre par une longueur d'onde, c'est alors les longueurs à traits qui perdraient l'exactitude qu'elles ont aujourd'hui. Pourrions-nous l'accepter?

Par le fait, le Mètre international n'existerait plus. Au lieu d'étalons en platine, le Bureau International distribuerait aux Etats des lampes standard émettant une radiation rigoureusement définie. Quelques-uns seulement des laboratoires mondiaux auront les moyens techniques suffisants pour déduire de cette lumière monochromatique un mètre tangible. Le rôle du Bureau International serait ensuite de comparer ces déterminations et d'en déduire un Mètre International moyen, caractérisé par son millésime.

C'est ainsi que l'on procède déjà pour la conservation des unités électriques. Il faut convenir que c'est une situation dont on pourrait difficilement s'accommoder dans les laboratoires où l'on fait des mesures de longueur et dans lesquels les mesures à traits gardent une prééminence de fait.

Si l'on considère les déterminations les plus précises de grandeurs dérivées (gravité, étalon d'inductance, électrodynamomètre) qui aient été faites par une méthode absolue, c'est-à-dire en partant directement des unités fondamentales (longueur, masse, temps), on n'en trouve qu'une seule, d'ailleurs remarquable, qui ait fait appel à une méthode interférentielle.

Les méthodes interférentielles et micrométriques sont toutes deux largement utilisées dans les ateliers. Les règles divisées, en particulier, remplacent de plus en plus les vis comme instrument de mesure: ne voit-on pas aujourd'hui de puissantes machines-outil équipées chacune avec deux règles divisées observées au microscope et d'une précision égale à celle des étalons de laboratoire?

Les deux méthodes ont donc chacune leur domaine particulier d'application. La première pour les petites longueurs à bouts, la deuxième pour les grandes longueurs à traits. Le Bureau International lui-même utilise les deux, suivant les cas.

Vous dirai-je que je ne considère pas qu'un étalon à bouts puisse constituer un étalon parfait au sens que l'on voudrait voir respecter lorsqu'il s'agit de constituer un repère fondamental?

Un intervalle, dans le temps ou dans l'espace, ne peut être conçu rigoureusement que si ses deux extrémités sont repérées par des figures ou signaux

de structure identique et identiquement placés. On peut concevoir deux signaux identiques pour définir une durée ou deux traits identiques pour définir une longueur, mais les deux bouts d'un calibre de métal ne peuvent satisfaire à cette condition de similitude: ils sont tournés, l'un à l'inverse de l'autre.

En raison des irrégularités des surfaces, la définition de l'étalon à bouts dépend du procédé employé pour repérer ses surfaces: sa longueur sera différente selon la technique mise en œuvre (mécanique, interférentielle, pneumatique, etc...). D'ailleurs, même si les surfaces de l'étalon étaient parfaites, une incertitude subsisterait du fait que la lumière ne se réfléchit pas rigoureusement sur le plan matériel qu'elle rencontre, mais qu'elle semble y pénétrer d'une petite quantité, fonction elle-même de la longueur d'onde.

J'éprouve maintenant le besoin de me défendre contre le reproche qui vous vient peut-être à l'esprit, d'être un métrologiste bien routinier qu'effraie déjà la perspective d'un système de mesures atomiques et qui défend jalousement le prestige de ses vieux instruments.

Sans doute, le Bureau International ne s'opposera jamais au remplacement de ses étalons. Mais il demande que la question soit préalablement étudiée à fond dans tous ses détails et dans toutes ses répercussions. L'une de celles-ci, bien anodine, pensera-t-on, a rapport à la didactique. Ainsi il paraît désirable que l'on puisse enseigner d'une façon simple dans les écoles primaires la définition du Mètre. Il est vrai que l'on pourra toujours dire simplement: « Le Mètre est l'unité de longueur conservée au Pavillon de Breteuil ». Pour ma part, c'est dès maintenant la définition que je trouve la meilleure.

J'avouerai, d'autre part, que l'argument du prestige du Mètre possède à mes yeux une valeur non négligeable. Nous sommes bien placés, au Bureau International, pour savoir combien est grand, non pas seulement celui de l'unité, mais surtout celui de l'étalon. Il suffit de savoir le nombre de visiteurs qui viennent parfois de fort loin, pour voir le Mètre. Cet espoir est d'ailleurs déçu, comme vous le savez, puisque les prototypes métriques ne sont pas accessibles au commun des mortels.

Il n'est pas inutile de maintenir cet attrait tant que tous les pays du Monde ne se seront pas ralliés au Système Métrique et au moment où son principal concurrent, le Système Britannique, vient de subir la grave atteinte que lui porte l'instabilité, actuellement reconnue, de son unité principale: le Yard.

Je ne dirai que peu de choses de l'unité de masse dont l'étalon, un morceau de platine iridié, est aussi jalousement gardé au Pavillon de Breteuil.

Sa conservation semble assurée avec une exactitude de 10^{-8} , soit de un centième de milligramme par kilogramme. Hélas, nous sommes ici complètement dépourvus de l'étalon naturel qui pourrait témoigner de la parfaite invariabilité de ce prototype. Néanmoins, les épreuves sévères auxquelles on a soumis notre précieux métal métrologique, nous rassurent fortement sur ce point de grande importance. Les Anciens avaient trouvé, dit-on, l'étalon naturel

de poids dans celui d'un grain de mil. La physique moderne sera-t-elle capable de le découvrir dans l'atome? Cela serait bien désirable.

Ne vous attendez pas à ce que je m'aventure sur le terrain réservé de la mesure du Temps. Ce domaine, qui est l'apanage des astronomes, subit cependant l'assaut des physiciens. Chacun connaît les belles recherches faites dans le but d'utiliser une fréquence de résonance moléculaire pour la construction de véritables horloges. On peut envisager dès maintenant que leur marche sera plus régulière que celle de la Terre elle-même dans sa rotation. Les astronomes nous laisseront volontiers, je pense, le rôle de conserver cet étalon que je préférerais appeler l'étalon de durée. Nous leur donnerons, en retour, cette variable indépendante qui leur est indispensable pour étudier le mouvement des astres et celui de notre Terre, en particulier, dans tous ses détails. Il leur restera le soin de remettre périodiquement à l'heure l'horloge des physiciens.

Quant à la quatrième unité, dont la présence est nécessaire dans un système harmonieusement construit, c'est actuellement l'ampère qui est proposé. Sa définition repose sur l'attraction de deux conducteurs parallèles situés à un mètre l'un de l'autre. Ce choix est le meilleur que l'on ait pu faire, mais il ne nous laisse pas entièrement satisfaits: l'intervention du Mètre dans cette définition, fait de l'ampère une unité qui n'est pas complètement indépendante des autres.

Un précurseur a proposé récemment un ampère atomique. Il ne me donne encore aucun apaisement à cet égard. Je me borne à souhaiter, comme pour la masse, que la physique moderne découvre dans l'atome les éléments nécessaires à la définition précise d'une unité électrique.

Je me résumerai en disant que notre Système Métrique est établi sur des étalons qui sont très capables de donner satisfaction aux exigences les plus sévères de la Science. Si l'on devait remplacer l'un d'eux, le Mètre en particulier, par une entité mieux adaptée, il ne faudrait le faire qu'après mûre réflexion et après avoir procédé à des épreuves strictes et prolongées.

Puis, lorsqu'on aura trouvé un étalon meilleur que les anciens, je voudrais encore que l'on s'inspirât de la sagesse dont viennent de faire preuve les astronomes, lorsqu'ils eurent à décider s'il était opportun de changer les constantes de base qui servent à l'établissement de leurs tables fondamentales. Ils savent que ces constantes qu'ils admettent depuis de nombreuses années ont des valeurs qui pourraient être améliorées. Néanmoins, ils ont convenu de maintenir les anciennes pour la raison excellemment rappelée par M. A. DANJON, Directeur de l'Observatoire de Paris, et qui, transposée, me servira de conclusion:

Attendu que notre but doit tendre à assurer une continuité aussi parfaite que possible de nos mesures, pour justifier un changement dans les fondements de la métrologie actuelle il ne suffirait pas de faire mieux, il faudrait faire beaucoup mieux.

V

The Organization and Work of the National Physical Laboratory, Teddington.

Lecture held at the XXXVI. Meeting of the Italian Physical Society

A. FAGE, F.R.S.

National Physical Laboratory - Teddington

Introductory Remarks.

It is impossible in a short paper to review, even in outline, the many activities of the National Physical Laboratory during the fifty years of its existence. However, an attempt has been made to describe briefly the general organization of the Laboratory as it exists today and to indicate the general character of the scientific work in progress, particularly that in the realm of physics. References to some outstanding past achievements are included. It is hoped that the paper will give some idea of the aims and character of the Laboratory and the part it has played as a National Institution in the application of science and scientific methods to the solution of the problems of industry.

The scientific activities of the Laboratory can be divided into three categories – Maintenance of Standards, Research Work, Test Work. These categories overlap and interact in various ways. Maintenance of Standards is, of course, research work demanding extremely accurate measurement, whilst research often plays a part in the design of the apparatus and the development of techniques needed for test work. Only the first two categories, Maintenance of Standards and Research Work, are considered in this paper. References to published papers on items selected for mention are too numerous to include in the paper, but they can be obtained on application to the appropriate Division of the Laboratory. The scope of test work undertaken at the Laboratory is indicated by the fact that the Test Schedule for the year 1949 cites over 200 separate items.

A. Origin and Organization of the Laboratory.

In 1897 the Treasury appointed a Committee, with Lord RAYLEIGH as Chairman, to consider and report upon the desirability of founding a public institution for standardizing and verifying instruments, for testing materials, and for the determination of practical standards, the proposed institution to be under the control of the Royal Society. The Committee having reported favourably upon the project, its recommendations were accepted by the Treasury, and the Royal Society was invited to carry them into effect. A scheme of organization was agreed upon jointly by the Treasury and the Royal Society in 1899, and in December 1900 Bushy House, Teddington, was selected for the uses of the National Physical Laboratory. As the result of the continuous growth of the Laboratory and the continual increase of the financial responsibility for the Laboratory, it was agreed in 1918 that the financial responsibility for the Laboratory should be transferred to the newly formed Department of Scientific and Industrial Research. A new scheme of organization was then agreed upon and revised later in 1943.

The President and Council of the Royal Society, acting on behalf of the Committee of the Privy Council for Scientific and Industrial Research, are responsible for the management of the scientific work of the Laboratory and for this purpose they appoint a General Board and an Executive Committee. The General Board consists of the President, the Treasurer and the two Secretaries of the Royal Society, the chairman of the Executive Committee, who is also vice-chairman of the General Board, and 48 ordinary members, of whom 18 are appointed from nominations made by scientific and engineering institutions (*), each being represented by two members. The Executive Committee consists of the President, Treasurer, one of the Secretaries of the Royal Society, the chairman of the Executive Committee and 12 ordinary members selected from the ordinary members of the General Board. In addition, the Committee of the Privy Council appoints, after consultation with the chairman of the Executive Committee, as assessors to the Executive Committee, representatives of such Government Departments as they may deem appropriate. There is an annual meeting of the General Board, at which the Executive Committee presents (i) a report on the work of the Laboratory during the previous year and (ii) a statement of the work of the Laboratory planned for the current year. The Executive Committee annually submits

(*) These are: British Standards Institution, Institute of Metals, Institution of Civil Engineers, Institution of Electrical Engineers, Institution of Mechanical Engineers, Institution of Naval Architects, Iron and Steel Institute, Royal Aeronautical Society, Society of Chemical Industry.

to the Committee of the Privy Council for Scientific and Industrial Research, for approval, (i) a report on the work of the previous year and (ii) a scheme of work together with an estimate of expenditure for the ensuing financial year.

The first Director of the Laboratory, the late Sir RICHARD GLAZEBOOK, K.C.B., K.C.V.O., F.R.S., was appointed on 1st January 1900 and retired in 1919. He was followed by Sir JOSEPH PETAVEL, K.B.E., F.R.S., who died in March, 1936; by Sir FRANK SMITH, G.C.B., G.B.E., F.R.S., who combined the duties of Director of the Laboratory and Secretary of the Department of Scientific and Industrial Research for an interim period; by Professor W. L. (now Sir LAWRENCE) BRAGG, M.A., F.R.S., who resigned to become Cavendish Professor of Experimental Physics at Cambridge in September, 1938; by Sir CHARLES DARWIN, K.B.E., Sc.D., F.R.S., formerly Master of Christ's College, Cambridge, who retired in August 1949; and the present Director, Dr. E. C. BULLARD, Sc. D. M.A., F.R.S., formerly Professor of Physics at the University of Toronto.

Apart from administration, which is conducted by a section under the Secretary of the Laboratory, who ranks as a Superintendent, the work of the Laboratory is divided among ten Divisions, each under a Superintendent. These are Aerodynamics, Electricity, Engineering, Light, Mathematics, Metallurgy, Metrology, Physics, Radio, and Ship. In addition, there are two Sections: a Test Section for routine instrument calibration and an Electronics Section. Since the war of 1939-45, the Department of Scientific and Industrial Research has set up three new organizations - the Hydraulic Research Organization, the Mechanical Engineering Research Organization, the Radio Research Organization. Certain sections of the Engineering, Metrology and Radio Divisions of the Laboratory have been or are to be taken over by these new organizations.

Since 1945 a scheme has been in operation whereby certain members of the Executive Committee take responsibility for inspecting the work of particular divisions. Each such member invites the assistance of a few eminent scientists from universities, Government Departments, and industry, who visit the division with him. He then submits a report on their findings for consideration by the Executive Committee. In addition, there is a Ship Research Sub-Committee of the Executive Committee, having on it university and industrial scientists, to advise on the work of the Ship Division. The programme of the work of the Aerodynamics Division is carried out in accordance with the views of the Aeronautical Research Council of the Ministry of Supply. The work of the Radio Division is in accordance with the programme adopted by the Radio Research Board of the Department of Scientific and Industrial Research.

Since the Laboratory maintains the British standards, it falls to it to consult with representatives of other nations on all matters pertaining to the

unification of standards. It is the national representative on many international committees and institutions, such as the International Committee for Weights and Measures, the International Standards Association, the International Consultative Committee on Radio Communication, and the International Commission on Illumination. Members of the staff attend various conferences and congresses held by these and other scientific organizations. The Laboratory has representatives on many engineering, industrial, and Government bodies and also on committees of many research associations. It is regarded as a continuing function of the Laboratory to assist all Government committees on scientific matters within its province. Senior officers of the Laboratory also act in a personal capacity on many committees where their scientific experience is of value and they are to be found on the councils of many learned Societies.

The Laboratory is responsible for a considerable programme of fundamental research work. It also undertakes investigations of special problems on behalf of Government Departments, and for research associations representing various industries, technical institutions, industrial firms and others. Payment is received for work done for private concerns, the charges for special investigations being based on the time taken to do the work.

Accounts of Laboratory researches are published in journals of scientific societies and, when appropriate, in technical and trade journals. An annual report on Laboratory work is issued. A list of titles of current papers is issued quarterly from the Laboratory, to inform industry of investigations recently completed.

About 1100 people are employed in the Laboratory. Of these, about 200 are scientific officers, with high academic qualifications, and about 300 are experimental officers. The Laboratory occupies a site of about 50 acres (20 hectares).

B. Work of the Laboratory.

B.1. MAINTENANCE OF STANDARDS.

A primary responsibility of the Laboratory is the provision and maintenance of practical standards for the three fundamental quantities, length, mass and time. The Metrology Division undertakes, by arrangement with the Board of Trade, the statutory decennial comparison of the British Imperial Standards of the Yard and the Pound with their respective Parliamentary copies, and also the verification of certain corresponding Board of Trade Standards. The Division has custody of the British National copies of the International Metre and Kilogramme and fulfils somewhat similar functions

with regard to these, in collaboration with the International Bureau of Weights and Measures at Sèvres. Investigations are also made in the Metrology Division to develop methods and apparatus for improving the techniques of measurement of certain direct derivatives of the fundamental quantities, such as area, volume, density and pressure.

Length. – The comparisons of the length standards have provided definite evidence that the Imperial Standard is steadily becoming shorter by about one part in a million in 30 years. The most recent comparison, made in 1947-48, achieved a higher accuracy than in earlier work, a precision of one part in ten million being obtained, with a new 1-metre microscope comparator (Fig. 1) for yard and metre line-standards of suitable quality.

Researches have been proceeding for many years, in collaboration with other Laboratories, to establish the wave length of light as the ultimate standard of length. The Yard and Metre have been measured with a wave-length comparator in terms of waves of cadmium red light, but the present interest is in new sources of highly monochromatic light, especially those using a pure isotope, such as mercury-198 as the emitter. It is expected that a precision of one part in a hundred million in the measurement of Yard or Metre lengths may ultimately become possible with light waves from these sources.

Improvements in methods of standardizing tapes for geodetic surveys have been experimentally obtained on 100 ft. (30 m) steel tapes by relating length to electrical resistance. A geodetic survey report from Australia indicates that a calibration accuracy of one part in a million on two 100 ft. tapes standardized at Teddington in 1946 has been reproduced in the field.

Mass. – Fig. 2 gives an illustration of the special balance, designed and made in Metrology Division, which is used for comparing the national standards of mass, both pounds and kilogrammes. With it an accuracy closely approaching one part in 10^9 has been attained in the weighing of the very best kilogramme standards.

Time. – For its work on the measurement of time (and also frequency), the Laboratory must rely primarily on the daily time signals emitted from the Royal Observatory through Rugby Radio Station. These signals are received and recorded in the Metrology Division and the information is used to check the rates of secondary time standards, in particular, a Shortt pendulum clock and several quartz oscillator clocks, the latter being in the charge of the Electricity Division.

Acceleration due to gravity. – An absolute determination of the gravitational acceleration (g) at a site in Metrology Division has been made by means of

a reversible pendulum to an accuracy approaching one part in a million. A precise knowledge of this physical constant is of importance in fixing the values of other derived standards of measurement.

Ampere and Ohm. — Electrical standards are not needed by the theoretical physicist, but standards are essential if numerical values of various electrical quantities are to have a meaning in terms of practical experience. Links must, therefore, be established between the various electrical standards and mechanical quantities that are measurable by reference to the standards of mass, length and time. The problem of establishing these links consists essentially in constructing apparatus with which it is possible to make measurements of the highest precision of some electrical quantity and also of the mechanical quantities to which it is related by theory.

Fig. 3 shows the balance used to determine the unit of current, the ampere. Two coils are used at each end of the balance beam, one attached to the beam and the other fixed. The current to be measured flows through the two coils of each pair in series, but the direction in one pair is opposite to that in the other. The electrodynamic force for the two pairs of coils is therefore additive and it is measured by direct weighing. The electrodynamic force produced by a current of one ampere can be measured with an accuracy of a few parts in a million.

The Lorenz apparatus, Fig. 4, is used for the absolute determination of the ohm. Essentially, it is a highly elaborate form of Faraday's Wheel — a homopolar dynamo — made entirely of non-magnetic material and with an armature consisting of a single rotating conductor. The e.m.f. induced in the rotating conductor is proportional to the rate of cutting of the lines of force of the magnetic field, and the magnetic field produced by the current flowing through the coils is determined by the product of the current and a «galvanometer» constant G , dependent on the geometry of the coils. The ratio of the induced e.m.f. to the field current, which by Ohm's law is equivalent to a resistance, is given by the product of G and the speed of the rotating conductor. The apparatus gives therefore an absolute standard of resistance. In operation, the generated e.f.m. is balanced against the potential difference across a standard resistance coil, through which the field current flows. The accuracy of determination of the ohm is approximately one part in a 100 000.

Temperature. — The establishment and maintenance of an accurate scale of temperature is a primary function of the Temperature Measurement Section of the Physics Division. The Laboratory collaborated with other national standardizing laboratories in putting forward to the International Bureau of Weights and Measures proposals for an International Temperature Scale. The Scale subsequently adopted is the basis of all temperature measurements.

made at the Laboratory and work is now in progress to improve experimental methods of realising the scale, particularly in the higher regions. Recent work has appreciably improved the performance of the disappearing-filament optical pyrometer. With improvements in the precise design of the filament, the envelope which holds it, and the optical system by which it is examined, a reproducibility of about 1° at 1600° and perhaps 3° or 4° at 2100° can now be expected by a good observer for laboratory conditions. The optical pyrometer method – the comparison of radiant intensities at a particular wavelength – is being extended to lower temperatures, accessible to the thermocouple and the gas thermometer, by replacing the human eye by a lead-sulphide cell sensitive to radiation in the infra-red, and it is hoped thereby to get a useful re-determination of the constant c_2 in Planck's radiation formula.

Acoustics. – Standardization of microphones and other equipment is part of the work of the Acoustics Section of the Physics Division. In practical acoustics, sound intensities are usually measured in terms of the e.m.f. developed across a microphone exposed to the sound. To calibrate the microphone in absolute terms, it is necessary to set up reproducible sound fields – in absorbent-lined chambers, in resonating tubes, or in acoustical ducts – and determine the intensity by an appropriate method, such as the Rayleigh Disc, reciprocity, or the pistonphone. As a result of continual refinements of technique it is now possible to calibrate microphones of suitable type over the frequency range 50 to 100 000 cycles/s with good agreement between different methods: probably within 0.5 decibel over most of the range. Fig. 5 gives an interior view of the absorbent chamber used for microphone calibration. The walls are lined with a 0.6 metre thick layer formed by wedges of absorbent glass and rock wool and for frequencies greater than 150 cycles/s give almost perfect absorption.

Standards of Luminous Intensity and Flux. – Most of the fundamental units of physics can be inter-related but those by which light is measured are based on the peculiar properties of the eye which varies greatly in acuity throughout its spectral range. The unit of visual intensity was originally the light of an actual Standard Candle, but the development of gas and electric lighting required more consistent sources. For a time the standard was maintained with the Pentane lamp and then for forty years it resided in certain incandescent electric lamps, checked and counter-checked by the principal standardizing laboratories of the World. Finally, in 1948 a much more satisfactory international standard of luminous intensity, the candelas, was accepted. The new unit is defined in terms of a black body at the temperature of freezing platinum, 2042°K ; 1 cm^2 of the surface of such a body radiates light of 60 candelas. The black body radiator in Light Division is a small thorium crucible surrounded by platinum and heated by high-frequency eddy currents.

For general illumination, the total light flux, measured in lumens, emitted by a lamp is more important than its intensity in any one direction. Such integration of light in every direction is readily performed in an internally whitened sphere which, for some modern lamps, may be as much as 3 metres (10 ft) in diameter (Fig. 6).

B.2. RESEARCH WORK OF THE LABORATORY.

(a) *Materials.* — The Metallurgy Division carries out investigations to improve the quality of industrial metals and alloys and to widen the choice of materials available for the use of engineers and physicists. These investigations include fundamental studies of the factors that govern the physical properties of alloys, the examination of cases of failure in service, and the detailed working out of particular processes. One important feature of the work has been the exploration of the equilibrium diagrams of alloy systems and the study of the structure of alloys. Special melting techniques have been elaborated permitting alloys of exceptional purity to be prepared. Methods of thermal analysis, and microscopic and X-ray examination have been extensively developed. In recent years much use has been made of the electron microscope.

During the early days of the development of aluminium, many of the alloys of aluminium were explored with a precision which at that time represented a definite advance in metallurgical science. The Division has contributed considerably to the understanding of the phenomenon of age-hardening, which, first employed to produce exceptional strength in the light alloy duralumin, has since been extensively used to produce alloys with exceptional combinations of strength and electrical conductivity, exceptional magnetic hardness, or great strength at high temperatures. At a later date much attention was given to the alloys of iron. No iron pure enough for the work envisaged could be found, and it was necessary to prepare pure iron, first on the small scale required for constitutional studies, and later on a larger scale to enable the mechanical properties of the pure alloys to be measured. Fig. 7 shows internal and external views of a vacuum melting furnace in which 10 kilo melts of alloys of purity better than 99.99% are prepared. These melts are being used for an extensive research on the brittleness that develops in iron alloys at low temperatures, a problem which becomes of great importance as aircraft fly at higher and higher altitudes.

The mechanical properties of steel, and of many other alloys, are strongly influenced by the presence of traces of oxygen. The problem of determining the quantity of oxygen has presented many difficulties, but these have been solved by the perfection of the vacuum fusion apparatus in which the steel

is melted in a high vacuum in a graphite crucible. The oxygen is collected in the form of carbon monoxide, together with any hydrogen and nitrogen that the steel may contain. The method is a general one and can be applied to almost any metal which is not too volatile at the temperature at which the experiment is carried out.

The Division has always maintained a strong interest in new light metals for aircraft. In past years it has worked on aluminium, beryllium and magnesium. At present titanium, which has a relative density of 4.5, and is both abundant and capable of great strength, is being studied. Fig. 8 shows an arc melting furnace in which titanium alloys are melted. The melting point of titanium is high (about 1750 °C) and the operation is carried out in an atmosphere of helium. Titanium is an extremely reactive metal and the metallurgist has many obstacles to overcome before its full potentialities can be realised.

Another important subject is the slow deformation or « creep » that occurs in heat resisting alloys when stressed at high temperatures, for example in the gas turbine of jet aircraft. This deformation differs in its physical characteristics from that which occurs when a metal is deformed rapidly, as by a blow: it tends to be concentrated at the boundaries between the crystal grain and to be accompanied by less general disruption of the crystal structure than occurs in rapid deformation. Its nature is being exhaustively studied by microscopic and X-ray methods, and phase-contrast microscopy has proved particularly useful on account of the very small movements that can be detected by its aid.

The Physics Division has worked for several years on the physical properties of a number of types of steels, selected to cover the range of practical materials, from low-carbon steels to the special alloy types with high percentages of chromium, tungsten or nickel. The properties measured have been the specific heat (22 steels, to 1300 °C), the coefficient of expansion (21 steels to 1000 °C), the electrical resistivity (22 steels to 1300 °C) and thermal conductivity (to 350 °C and in some cases to 1000 °C). Experiments are at present in hand to extend the conductivity measurements to higher temperatures, and to continue specific and latent heat measurements to the melting points and beyond. These measurements, often of considerable experimental difficulty, have permitted the engineer to design with confidence, and have interested the metallurgist in many remarkable changes and anomalies which occur over this range of alloys. The correlation between the thermal conductivity and the much more easily measured electrical conductivity has, in particular, been closely studied. One general result is that whereas at room temperatures the thermal conductivities over the range of alloys studied vary over the range 0.18 to 0.03 above 800 °C they converge to nearly an identical value, about 0.07, for all steels. The successful preparation of very pure iron

by the Metallurgy Division has permitted the measurement of the specific heat of the element to about 1200°C . Work is in hand to measure the velocity of sound in molten pure iron, and its electrical conductivity.

The Acoustics Section of the Physics Division deals with problems in architectural acoustics, including sound transmission and absorption properties of materials. Measurement of noise is carried out in the Laboratory or in situ, with the aid of a mobile acoustics laboratory.

The fundamental electrical properties of materials, especially dielectrics, magnetic materials and new materials, are studied in the Electricity Division. The properties of materials—refractive index, transparency, reflectivity, tendency to scatter light etc.—used in the construction of optical instruments are measured in the Light Division.

Certain sections of the work on properties of materials done in the Engineering Division have been or are to be taken over by the new Mechanical Engineering Research Organization of the Department of Scientific and Industrial Research. This Division has devoted in the past considerable attention to the strength of various steels and light alloys under rapidly repeated or fluctuating stresses. The strength of materials has been examined from a fundamental point of view, and the mode of deformation and fracture of single crystals of various metallic materials, under both simple and repeated loading conditions, has been studied in great detail. Much work has been carried out on the behaviour of materials under stress at high temperatures. The accurate calibration of tension and compression testing machines used for routine tests on engineering materials has been undertaken with the aid of a dead weight primary standard of 50 tons (50 800 kg) capacity. Portable elastic proving rings, made of high tensile steel and calibrated in the dead weight primary standard machine, have been used as secondary standards (Fig. 9). Researches have been made on re-inforced plastics and on very light core materials used in conjunction with metals and plastics in modern sandwich construction.

(b) *Fluid Flow*. — The Aerodynamics Division carries out fundamental research on aerodynamics problems that concern the design and flight of aircraft.

The speed range of modern military aircraft extends into the region where the effects of the compressibility of the air are of paramount importance, and wind tunnels having high subsonic and supersonic airstreams are essential for the study of these effects. The Division has five high-speed wind tunnels. Four of them can be run at subsonic speeds up to 0.95 times the speed of sound and three of these can also be run at supersonic speeds from 1.2 to 1.8 times the speed of sound. The fifth tunnel can be run at supersonic speeds up to 2.5 times the speed of sound. The latest tunnel, Fig. (10), has an 18 in. \times 14 in. (45.7 cm \times 35.6 cm) working section. It can be pressurized up to 3 atmo-

spheres, to enable experiments to be made over a wide range of Reynolds numbers.

Much attention is given to fundamental research work on compressible-flow problems. Experimental studies on wind-tunnel models to check theory are being made. Attention is being given to the important and difficult problems of the interaction of shock wave and boundary layer, on which the performance and behaviour of aircraft wings in high-speed flight so much depend. A great deal of detailed experimental work – based on measurements of forces, pressures, flow characteristics and the use of shadow and Toepler-Schlieren photography – has been made on mixed sub- and supersonic flows, i.e. flows for which there is a supersonic region on the front part of a body and shock waves and subsonic regions beyond. Model experiments made for high subsonic speeds have revealed the conditions under which aircraft controls may reverse and have also thrown light on the problem of loss of damping of aircraft wings in pitching oscillation, a dangerous feature of some modern high-speed aircraft. Much experimental work has been done on two-dimensional aerofoils at high speeds to investigate the effects on their performance and behaviour of parameters such as bluntness of nose, thickness, camber etc. Work has been planned to obtain information on the effects of compressibility on the performance, stability and control characteristics of three-dimensional aerofoils having plan forms suitable for transonic and supersonic flight.

To delay the effects of compressibility on performance, stability, manoeuvrability etc., fast military and civil aircraft are often designed with thin sweptback wings, and sometimes with plan forms having a small span. These design characteristics of high-speed aircraft introduce difficult problems of stability, control, and performance at the low speeds of take-off and landing. To study these problems, and also those for medium-speed aircraft, experiments are made in wind tunnels at speeds for which compressibility effects can be neglected. The Aerodynamics Division has ten wind tunnels that are used for this kind of work. One of them, the Compressed Air Tunnel, Fig. 11 is a wind tunnel, with an airstream 6 ft. (1.8 m) in diameter, enclosed in a high-pressure container which enables it to work at a maximum pressure of 25 atmospheres. Flight conditions can thus be simulated on the model scale much more closely than would be possible in an atmospheric tunnel.

The work carried out includes experiments on constituent parts as well as on complete models of aircraft. The aerodynamic investigations that have been made on the performance, stability, control, spinning and flutter of aircraft have had a profound influence on the development of aeronautics. Much attention has been given to aerodynamic theory and to the comparison of theory and experiment. Much fundamental research work has been done on the study of boundary-layer mechanics, on the use of boundary-layer suction to

improve the performance and behaviour of aircraft wings, and on problems of turbulence. Investigations into aerodynamic problems related to ships, the mitigation of nuisance due to the spread of smoke plumes from power station chimneys, aerodynamic-elastic oscillations of suspension bridges, and the wind resistance of motor cars, railway trains and bridge structures are also undertaken.

The Engineering Division has carried out much pioneer work on the use of small scale models to determine wind forces on buildings and to study ventilation problems of large buildings. In 1942, a 11 in. (28 cm) square supersonic wind tunnel was designed and made for experiments on projectile models at air speeds up to 2.5 times the speed of sound. This tunnel was transferred to the Aerodynamics Division early this year.

The Ship Division carries out fundamental research on hydrodynamic problems that concern the design and propulsion of ships. The Division has two large tanks for experiments on models. The Alfred Yarrow Tank, Fig. 12, which was completed in 1911, is 550 ft. (168 m) long, 30 ft. (9 m) wide and has a water depth at the test section of 12.5 ft. (3.8 m). The newer tank, which was completed in 1932, is 678 ft. (207 m) long, 20 ft. (6 m) wide and has a water depth at the test section of 9 ft. (2.7 m). The models are made of paraffin wax, first moulded approximately to form and then shaped by a special cutting machine. They are towed by an electrically propelled carriage which spans the tank and runs on rails.

Much attention has been directed recently to the extent of laminar flow and to methods of promoting turbulent flow on ship models. The question of the minimum turbulent friction curve that should be used for calculating the frictional resistance of a smooth model is under consideration: there is a proposal to depart from the Froude data that have been used for many years and to adopt either the Prandtl-Schlichting or the Schoenherr data. The frictional resistance of planks is being estimated from energy losses in the wake, to obtain new information on the minimum turbulent friction curve, particularly for the Reynolds numbers of models. It is clear that the assessment of the wave-making resistance on a model depends on the accuracy of the assessment of its frictional resistance. A study of the wave resistance and surface wave profile for a series of mathematically-formed models is in progress in which the calculated wave profile is compared with the measured profile. Extensive studies are in progress on the behaviour of models in artificial waves; these studies do not, of course, simulate the actual rough water behaviour of ships but when properly interpreted they can throw considerable light on this matter.

The interaction between hull and propeller is being studied by the experimental approach of testing a geometrically similar series of models, both of hull and propeller and of the two in combination. Cavitation problems are

under investigation on model propellers in a water tunnel specially designed for the purpose.

A great deal of the work of this Division is concerned with the testing of model hulls and model propellers to designs supplied by various British and foreign shipbuilders for specific contracts and to efforts to improve these designs.

(c) *Radio*. – Radio research at the Laboratory arose naturally from the work of the Electricity Division which has been responsible for establishing standards of reference and measuring techniques for alternating currents at the highest frequencies in use from time to time. But the scope of work in the radio field was considerably extended under the auspices of the Radio Research Board, which was established in 1920 to advise the Department of Scientific and Industrial Research on a programme of research work of a fundamental nature in new fields, and where it would be likely to lead to useful applications. The Radio Division of the N.P.L. was formed, in 1933, to unify the Department's activities in radio, which were previously being conducted at a number of places in England.

The object of this radio research is to understand the fundamental phenomena associated with radio communication, the origin and nature of atmospherics and the consequent variation of the disturbing « noise » level in radio reception, and the electrical properties of various special materials necessarily used in one or other of the many applications of radio technique. Communication between any two terrestrial points involves an accurate and detailed knowledge of the manner in which radio waves are transmitted along the earth's surface, and through the lower and upper atmosphere. The work of the Radio Division has included a detailed study by several methods of the electrical properties of materials forming the earth's crust, of the constituents of the earth's atmosphere, particularly water in the gaseous, liquid and solid form. As is well known, long distance radio communication is effected by the successive reflection of radio waves between the earth's surface and the upper ionised regions of the atmosphere, termed the ionosphere. England has been the pioneer in carrying out a detailed study of the characteristics of the ionosphere – the heights of the various regions and their density of ionisation – and the manner in which these affect the propagation of waves around the earth's surface. An ionospheric observatory has been operated by the Laboratory in southern England for more than twenty years, and additional similar stations are now maintained by the Radio Division in Scotland, Falkland Islands and Singapore. These observatories keep a daily watch on the very complicated properties of the ionosphere, and the manner in which these properties vary diurnally, seasonally and over the solar cycle of 11-year period.

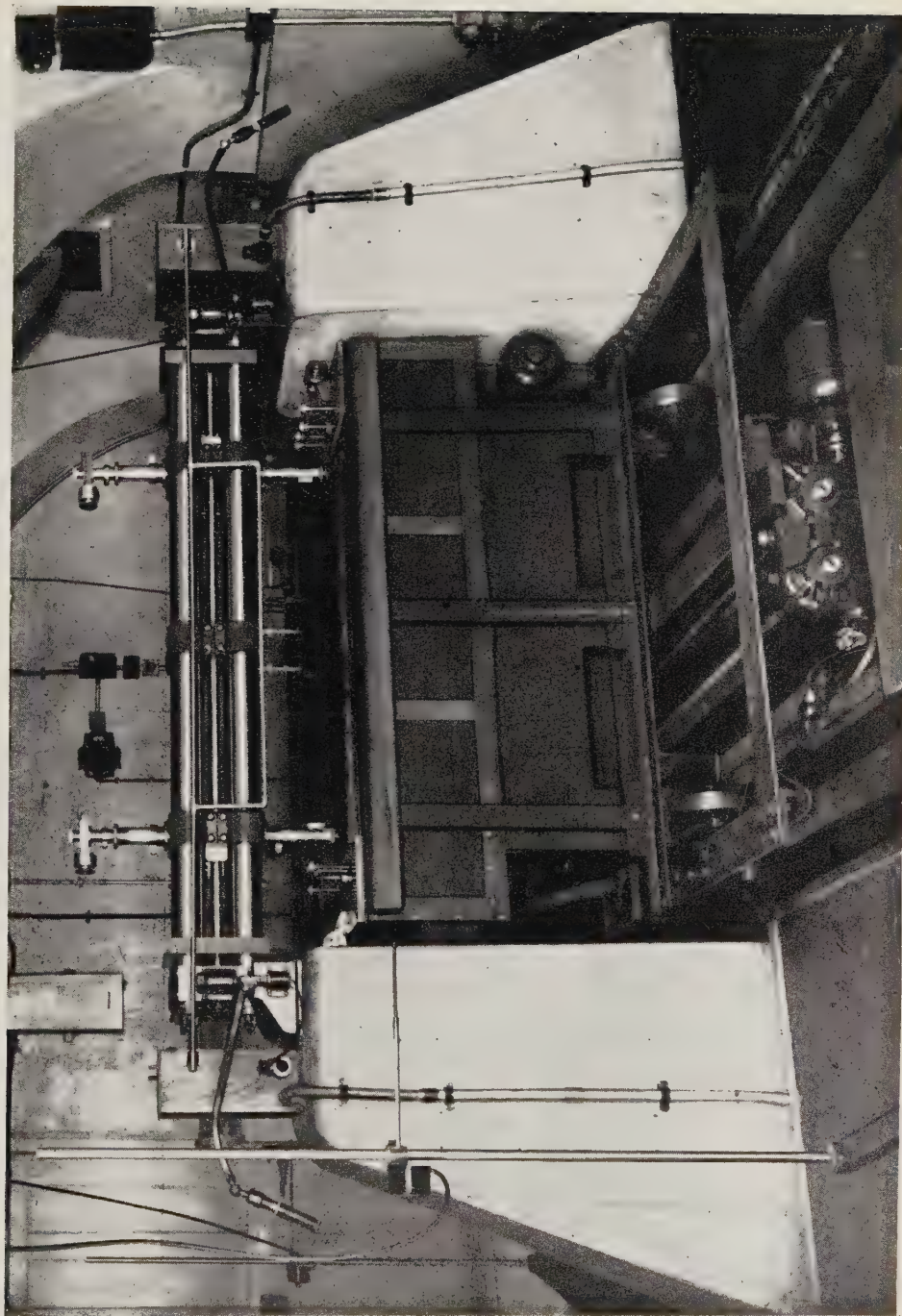
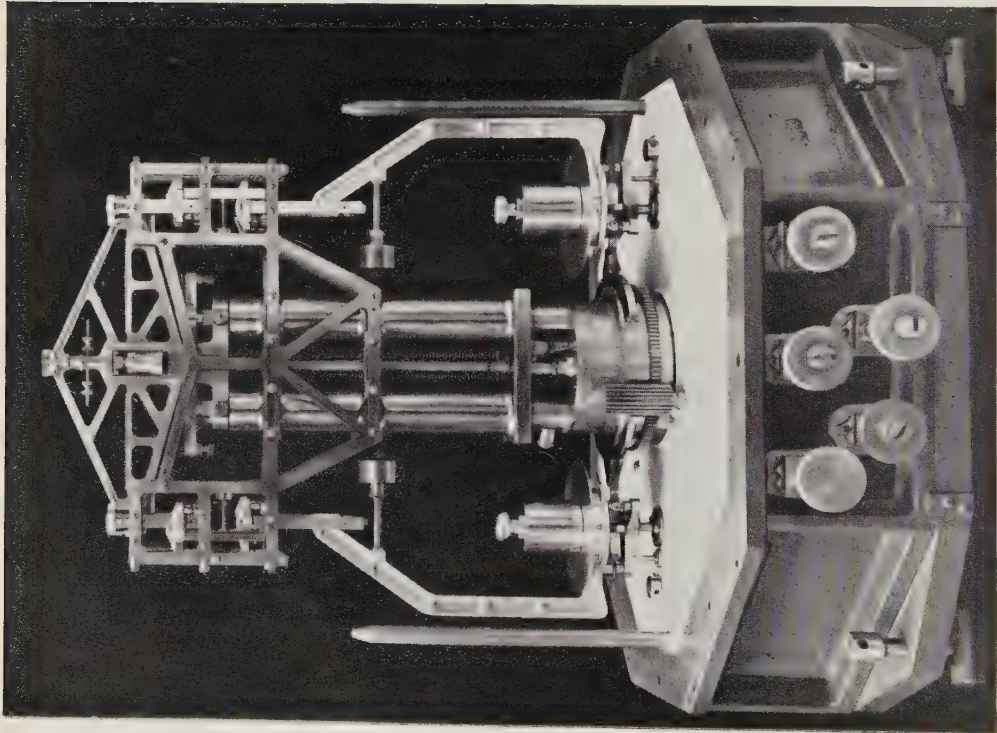
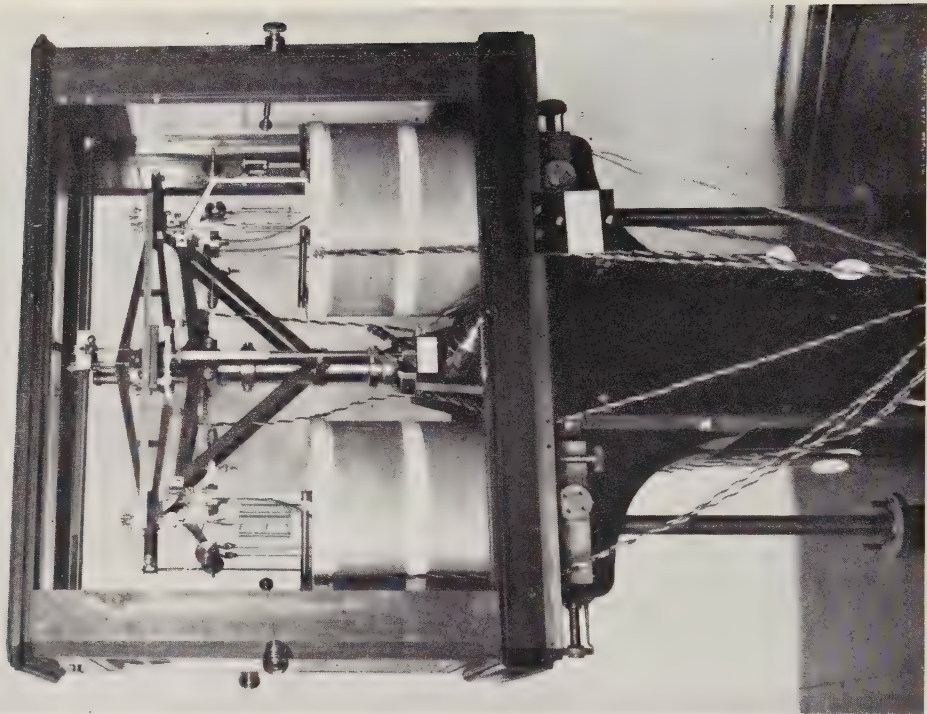


Fig. 1. - The new 1-Metre Microscope Comparator.



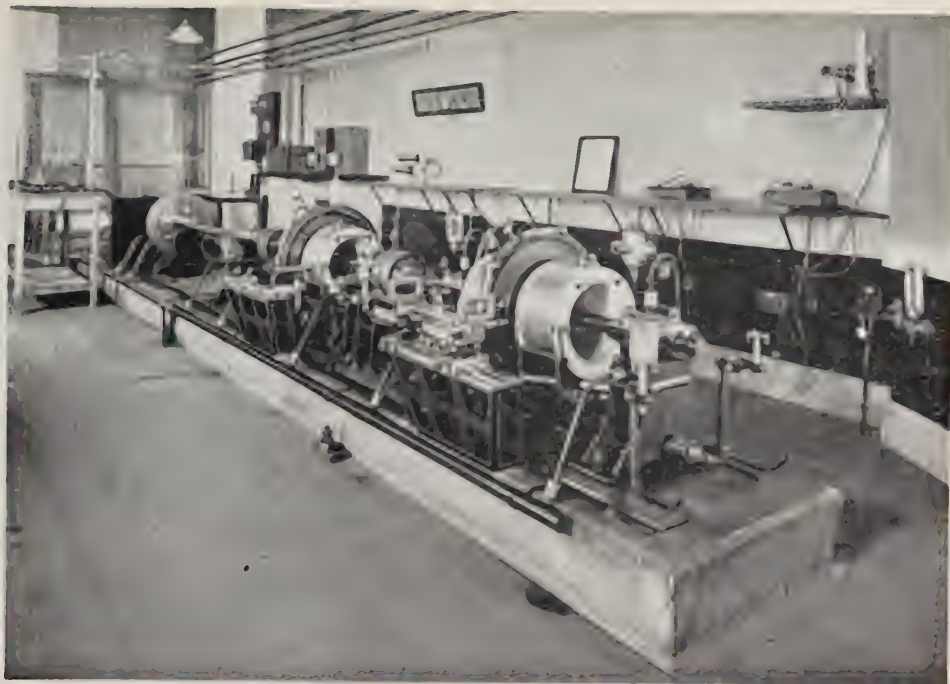


Fig. 4. - Lorenz Apparatus for the Absolute Determination of the Ohm.

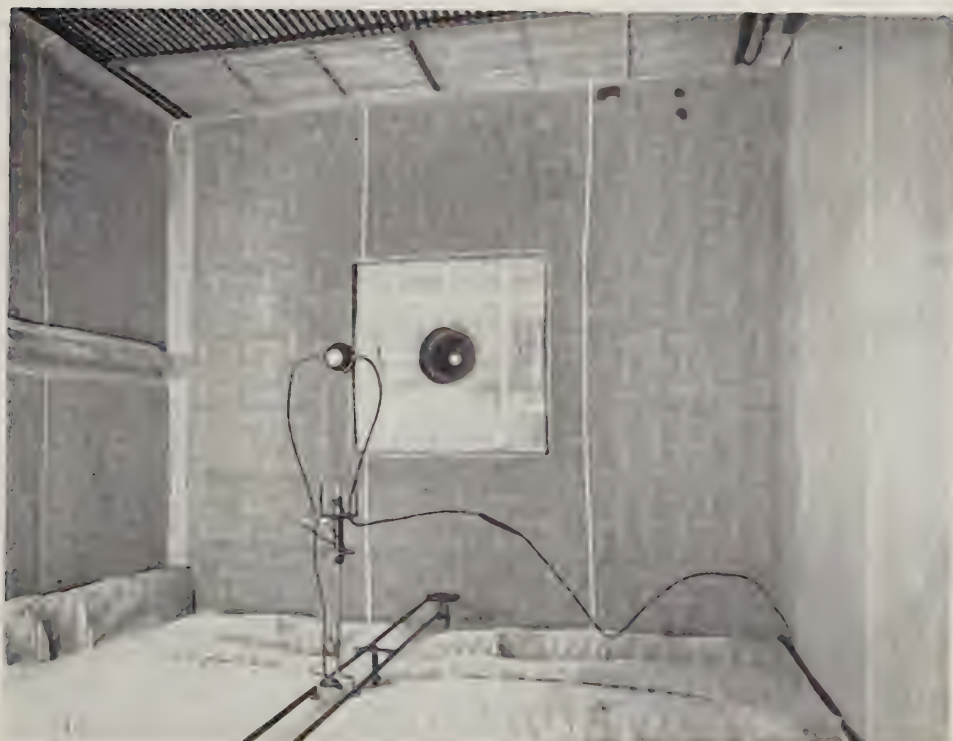


Fig. 5. - Internal View of Absorbent Chamber used for Microphone Calibration.



Fig. 6. - The 3-Metre Integrating Sphere Photometer.

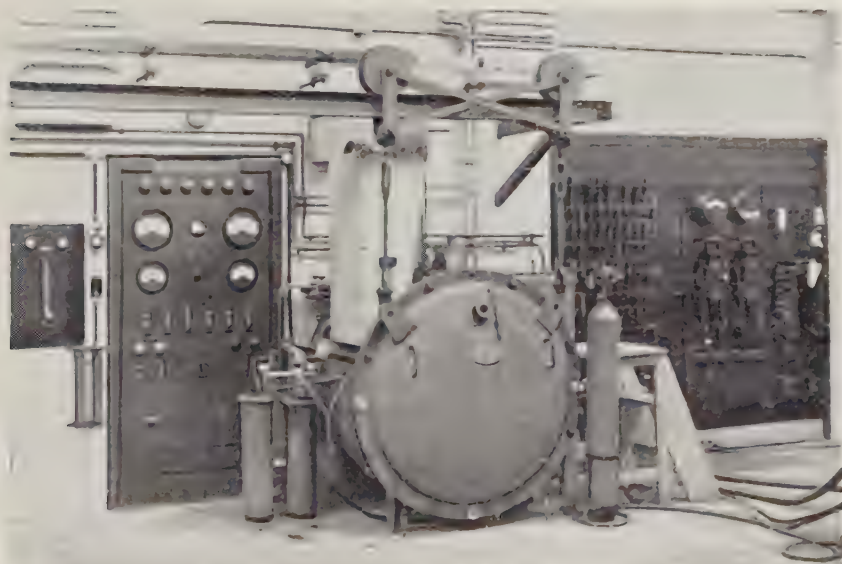
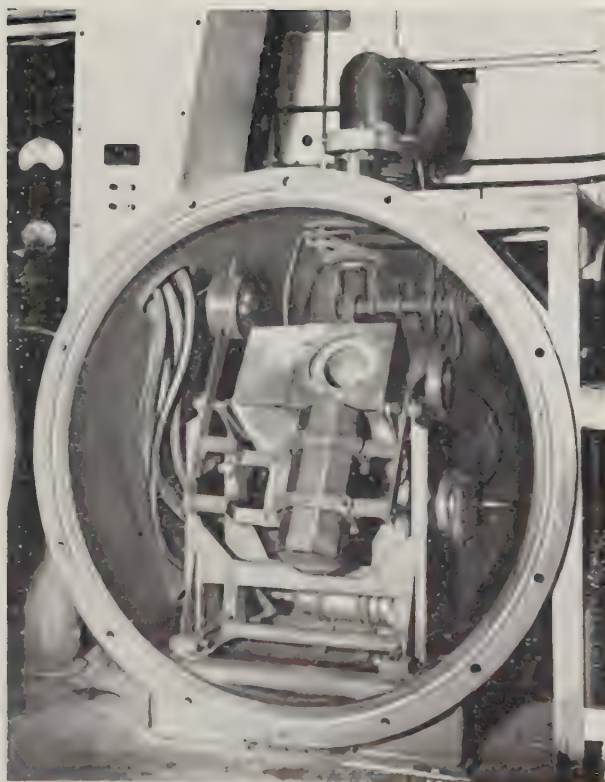


Fig. 7. - Vacuum Melting Furnace.

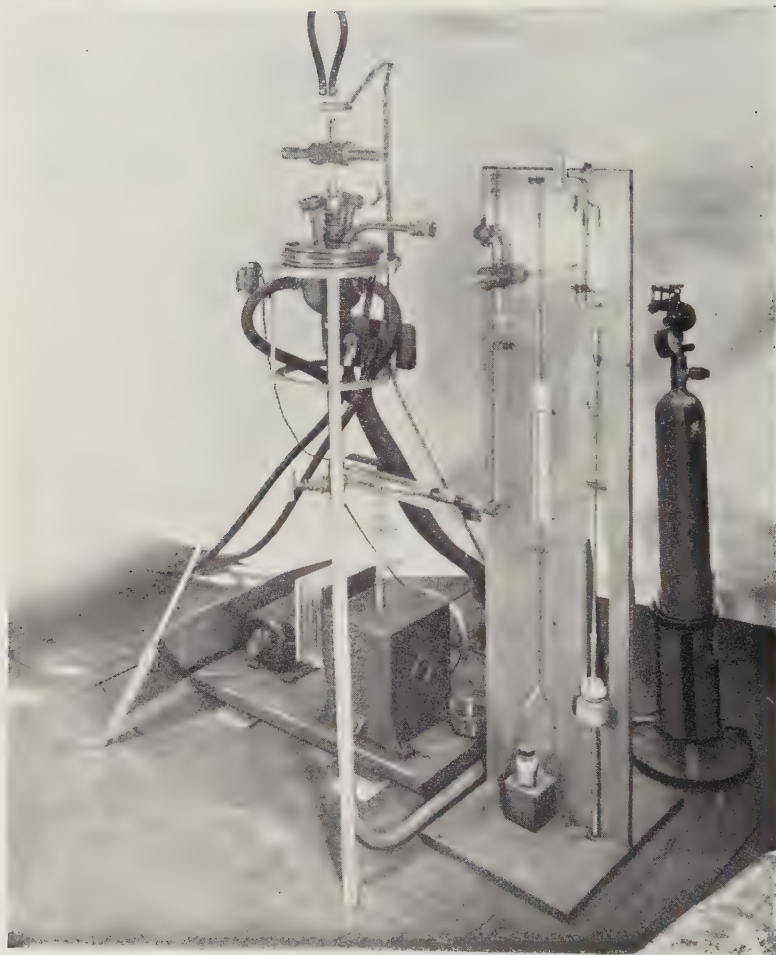


Fig. 8. - Arc Melting Furnace.

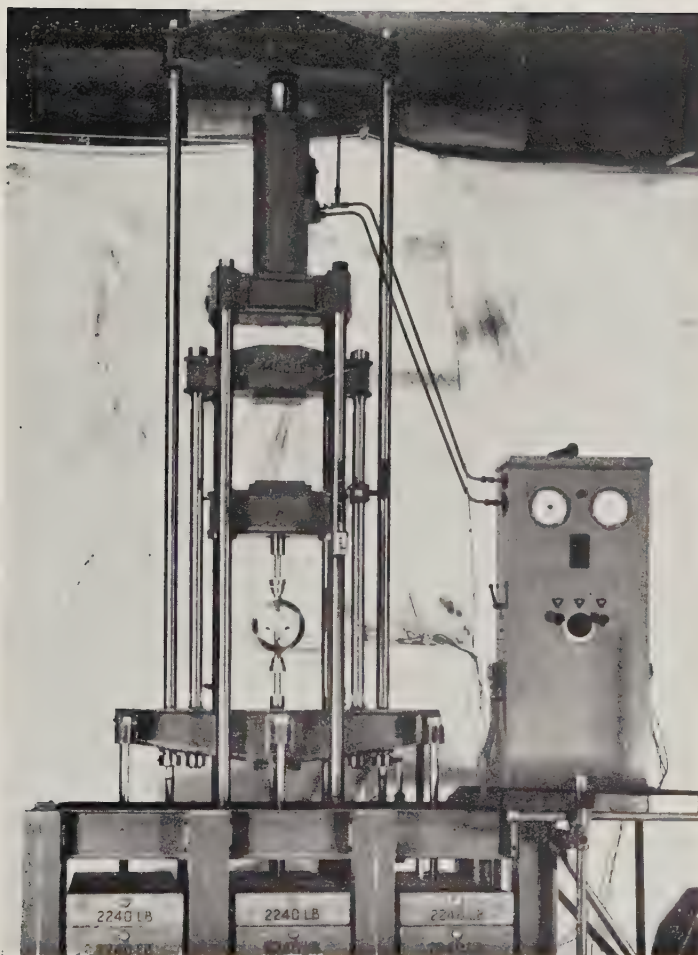


Fig. 9. — Calibration of a Portable Proving Ring in a 50 Ton (50,800 kg) Dead Weight Primary Standard Testing Machine.

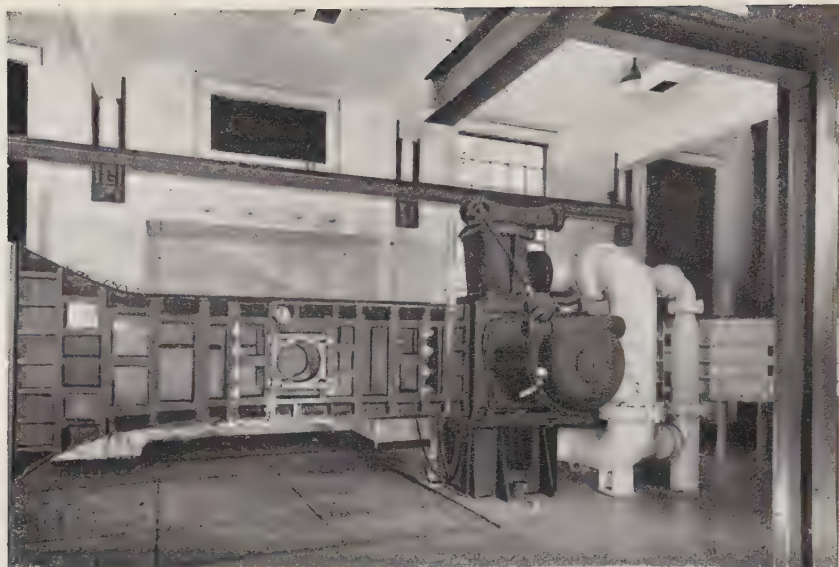


Fig. 10. - The 18×24 in. ($45,7 \times 35,5$ cm) High-Speed Pressurized Tunnel.

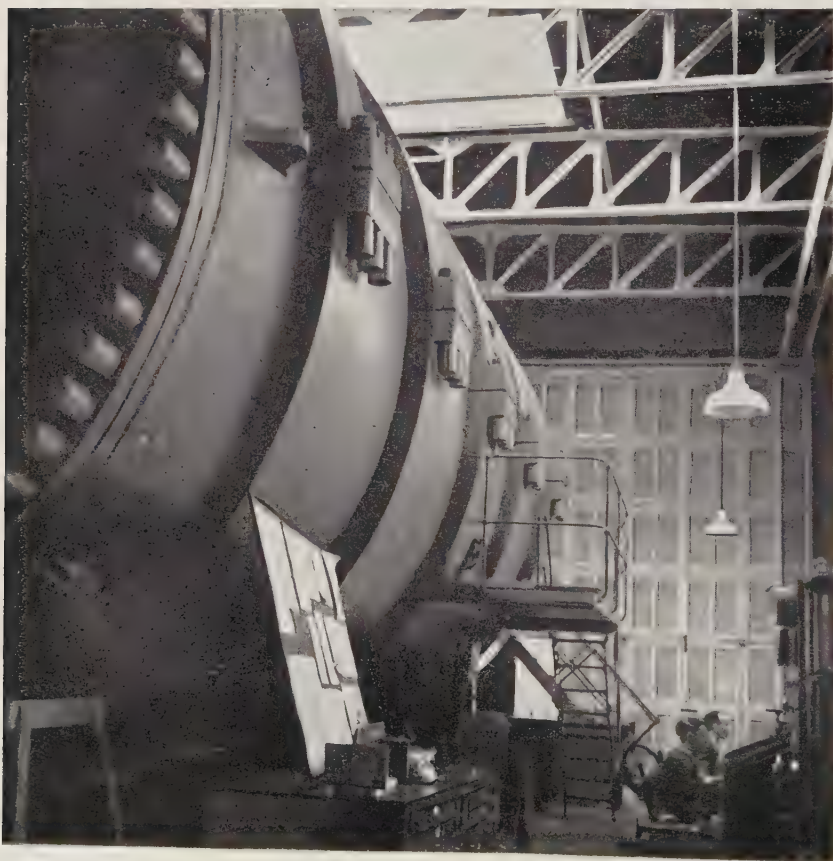


Fig. 11. - The Compressed Air Tunnel.



Fig. 12. - The Alfred Yarrow Tank.

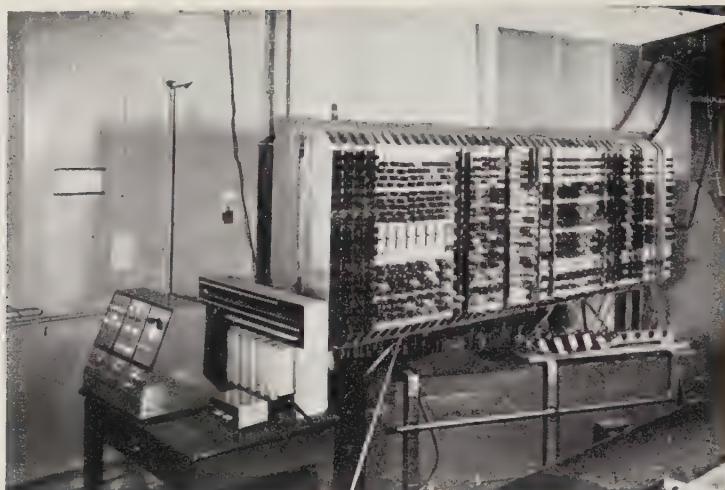


Fig. 13. - Pilot Model of the Electronic Computer (A.C.E.).

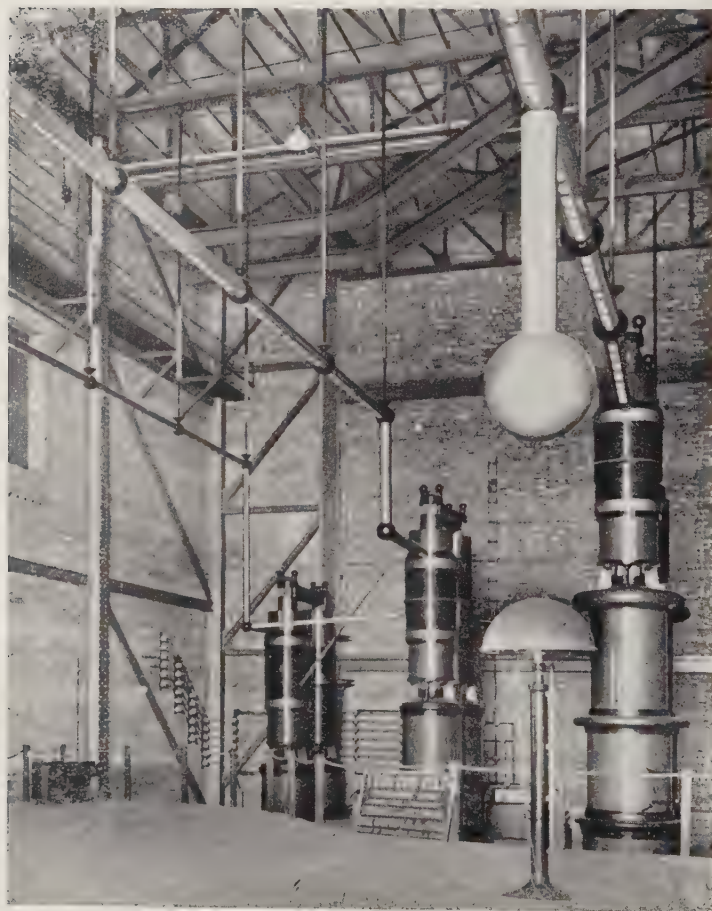


Fig. 14. - High Voltage Laboratory.
Transformers in cascade giving 1 million volts R.m.S.

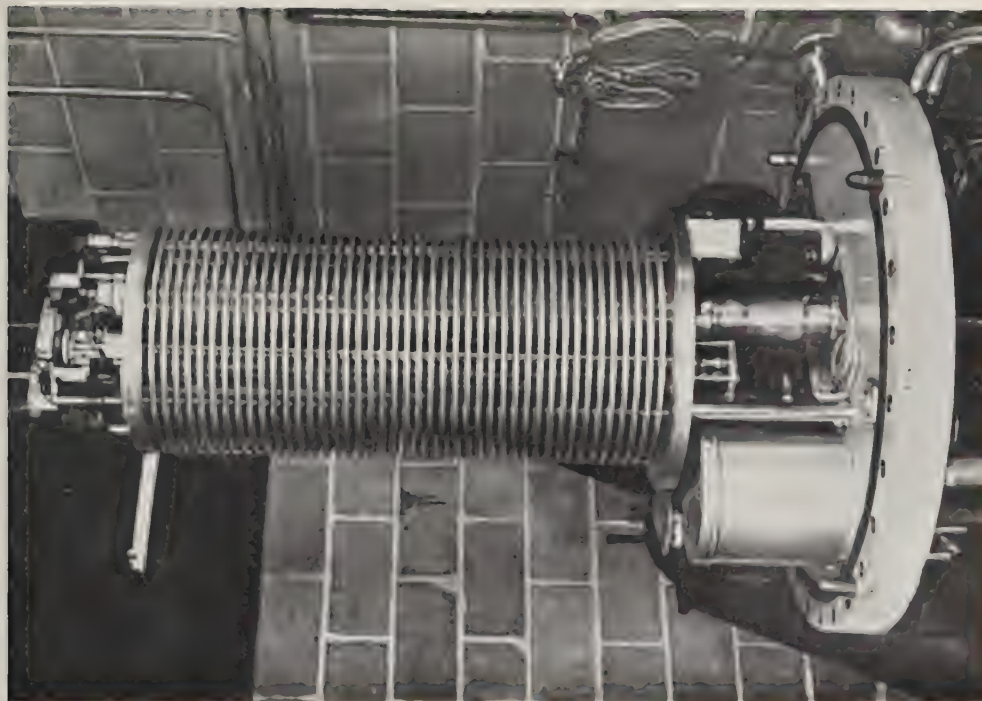


Fig. 16. — 2 million volt Van de Graaff X-ray Generator.

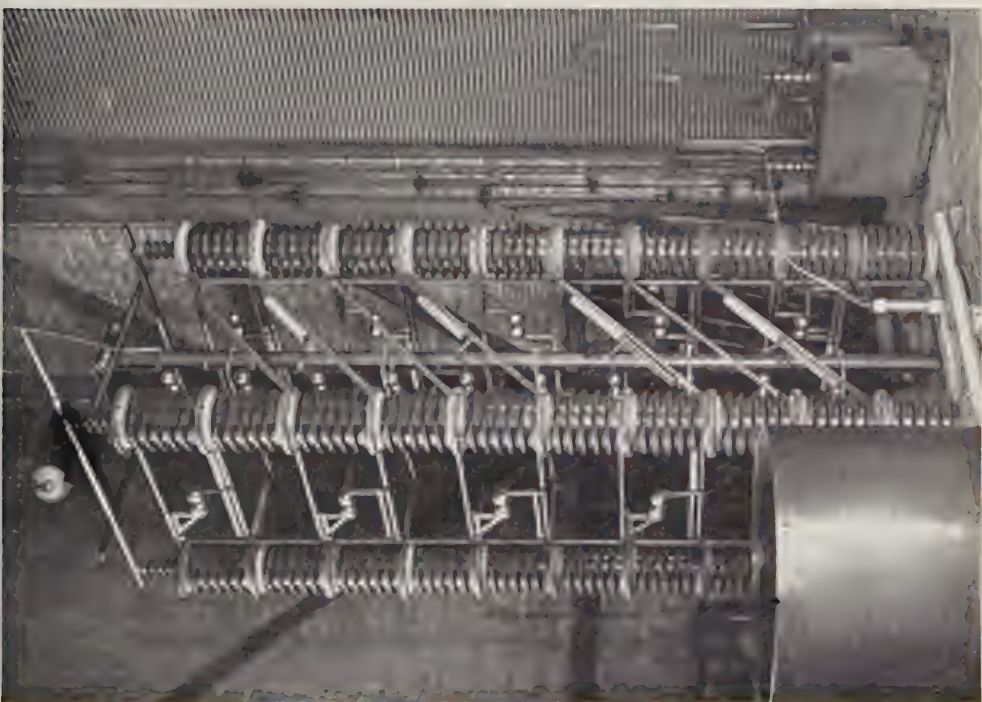


Fig. 15. — High Voltage Laboratory, Impulse Generator giving 2 million volts.



A similar long-term study has been conducted into the nature and origin of atmospherics, which are in effect pulses of radio waves initiated by thunderstorms and lightning discharges, and which in some cases severely limit the operation of communication and radio navigation services.

Concurrently with these investigations a detailed study has been made of radio direction finding, both as a research technique and as a practical aid to navigation and surveying. This work in combination with the study of atmospherics, has also resulted in the meteorologist being supplied with a means of locating storm areas, and applying the resulting knowledge to weather forecasting.

The development of special instruments and measuring techniques has been necessary as the work progressed, and these have formed a kind of by-product to the main fundamental research programme. Not least of these by-products was the first demonstration in this country of the possibilities of radar, by combining the technique of the production of pulses of radio-frequency waves, a directional aerial system, and the cathode ray tube for the display of the received echo signals, whether these come from the ionosphere or a target of more immediate importance in time of war. The growth of radar and its applications during the war years has resulted in the extension of the portion of the radio frequency spectrum in practical use; and this in turn has led to the need for further investigations into the mode of propagation of very short waves, which are materially affected by the meteorological conditions in the lower atmosphere. This more recent development has resulted in very close collaboration between the radio physicist and the meteorologist, which it is anticipated will result in considerable advances in the knowledge of the sciences in which these workers are interested.

(d) *Mathematics.* — The Mathematics Division was founded in 1945 to do research in numerical methods, to develop new computing equipment, and to assist Government Departments and industry with advice on mathematical matters and with computational services. It has a section that deals with the application of mathematical statistics to research, development, and production problems in industry. It also considers the need for new mathematical tables and undertakes their preparation. Papers on mathematical statistics, on the development of new and powerful methods for the solution of ordinary differential equations, and on relaxation methods have been published.

The Division has on loan from Manchester University an 8-integrator differential analyser. A new 20-integrator differential analyser with electrical servo connections between its mechanical elements is being made in Germany and installation in the Division is likely to begin next year. The Electronics Section of the Laboratory is now working on the development of a high-speed electronic computer, the Automatic Computing Engine, for the Division. This

will be a digital computer working in the binary scale, with a pulse repetition rate of a million a second and with a store or memory of 200 000 binary digits. A simpler version of this computer, a Pilot Model, Fig. 13, is now nearing completion at the Laboratory. It is similar in basic mechanism and logical design to the larger computer but has only about one-twentieth of its storage capacity. It has 40 plug-in units mounted on a rack, 3.7 metres by 1.85 metres. About 800 valves are used and the 5 kW power for them is supplied by a separate unit comparable in size with that of the main rack. Eight mercury-filled acoustic delay lines for the storage of information are contained in a heat-insulated box, the temperature of the box being thermostatically controlled. Information is fed into the machine with a modified Hollerith punched-card equipment. A rotating metal drum on which data can be recorded magnetically is to be added to the machine, to increase its storage capacity without undue increase in size and cost.

(e) *Miscellaneous Research Items.*

(i) *High Voltage Research.* — Studies of problems arising from the transmission of electric power at high voltages are made in the Electricity Division in a special laboratory. Its equipment includes a generator and three transformers capable of maintaining a continuous voltage up to a million volts (Fig. 14). The building has at one end a large shuttered opening over 30 ft. (9 m) square through which high voltage lines can be taken with a safe clearance to enable breakdown tests to be made on insulators in the open air, either with or without artificial rain. The equipment also includes a twenty-stage impulse generator, (Fig. 15), capable of developing two million volts, and a high-voltage cathode ray oscillograph for studies of surge phenomena in transformers, cables, etc.

(ii) *Radiation Hazards.* — Modern conditions expose a continually increasing proportion of the population to hazards from high-energy radiations and it is essential to have a simple method of indicating the existence of such hazards. The Physics Division has maintained during the past few years a « film dosage service » for workers in X-ray departments of hospitals, luminising factories, radiation laboratories etc. Photographic films, partly screened by a thin lead wrapper, are sent out on request and after being worn, e.g. in a breast pocket, for a week are returned to the Division for development and inspection. Two types of film are used, adapted to X-rays and to γ -rays respectively. The accepted « tolerance dose » of 0.5 R per week corresponds to a film density of the order of 0.8. The lead screening enables evidence of any exposure to β radiation to be obtained. About 16 000 film tests are carried out every year. A photograph of the 2 million volt Van der Graaff X-ray Generator used in the Division is given in Fig. 16.

(iii) *Light*. - The study of light as physical energy is a special function of the Light Division. In theory, the field of interest extends from X-rays to Hertzian waves, but in the Division the range $0.2\ \mu$, where quartz begins to be transparent, to $15\ \mu$, where rock salt begins to get opaque, is covered.

The Geometrical Optics Section of the Division deals with all the classical methods of refraction, interference, polarimetry etc.

A recent investigation at the Laboratory, which needed a combination of metrology and electrical work of the highest precision, was a determination of the velocity of light, or more strictly, of radio waves in terms of the resonant frequencies of a wave-guide resonator whose length and diameter were known with great precision. A significant error in the value of the velocity of light was revealed, the value for radio waves being 16 km/s larger than the previously accepted optical value.

(iv) *Measurement of Colour*. - An object gives the sensation of colour if it reflects or transmits light selectively, i.e. if it absorbs more of one part of the spectrum than another. If the light reflected or transmitted is examined by means of a spectrophotometer it might appear that the information so obtained would in itself be a definition of colour, but it is found that the same sensation of colour can be produced by a variety of spectral mixtures. On the other hand, it has been found that colours can be matched by mixing together three so-called primary colours in varying amounts and that the same proportions of these three primaries always give the same sensation. A precise system of colour measurement based on this fact was worked out in the Light Division, and internationally adopted in 1931, whereby any colour can be expressed in terms of three numbers. This pioneer work has led to the development of standard colorimeters now much used in industry.

(v) *Diffraction Gratings*. - Up to the present time the production of diffraction gratings has been a tedious and costly process performed by reciprocating ruling engines of a type devised by Rowland nearly 80 years ago. The Laboratory (Light and Metrology Divisions) is now developing a new process devised by Sir THOMAS MERTON F.R.S. of ruling the gratings upon a circular cylinder and transferring a cast of the ruling to a flat surface. No lathe can be made to cut a thread sufficiently free from periodic error in its lead screw and gears. To meet this failing, the original thread, cut upon one half of a perfectly smooth cylinder, is used to «chase» an error-free thread upon the other half through the agency of a nut lined with resilient material. The method shows promise of providing an inexpensive means of making gratings of large size and hitherto unattainable perfection.

(vi) *Suspension Bridge Research*. - A research investigation on the behaviour of model suspension bridges in a wind is being carried out by the

Aerodynamics Division to help the British Ministry of Transport with the design of a proposed suspension bridge, total length about 1 600 metres, over the River Severn.

Some suspension bridges are liable to vertical bending oscillations or to torsional oscillations in wind, which may be a serious nuisance to traffic or actually dangerous to the structure. The Tacoma Narrows Bridge in the U.S.A. was destroyed in this way in 1940.

One method of avoiding such oscillations is by careful attention to the form details of the various parts of the suspended structure, such as the stiffening trusses, the separation of the roadways, the railings etc. To decide the most satisfactory deck forms, many systematic oscillation tests have been carried out by the Division with the use of small rigid models mounted on springs and representing about 100 metres of the actual suspended bridge structure. This method of experiment has the advantage of being simple, but to confirm the results more elaborate experiments have been carried out in a specially constructed large wind tunnel with a complete flexible model suspension bridge nearly 16 metres long and correctly scaled for dynamic similarity, Fig. 17. The model was mounted on a turntable on the tunnel floor, and so could be tested in winds blowing from any horizontal direction. To study the effects of upward or downward inclined winds, the whole model was tilted to a corresponding angle and gravity forces were corrected by long weak tensioning springs attached at suitable positions to the bridge structure.

Acknowledgement.

The author wishes to thank Dr. BULLARD, the Director, for the interest he has taken in the paper, and the Superintendents and their staffs for the help they have given in the collection of the subject matter.

VI

Le Bureau fédéral des poids et mesures: ses attributions, son organisation et son activité scientifique.

Conférence tenue au XXXVI^{me} Congrès de la Société Italienne de Physique

H. KÖNIG

Bureau Fédéral des Poids et Mesures - Berne

L'invitation que vous m'avez adressée et dont je me sens grandement honoré, ne m'a pas seulement surpris, mais aussi quelque peu inquiété: notre petit institut suisse ayant une équipe technique de dix personnes, que peut-il en effet offrir d'intéressant à côté des laboratoires d'Etat, tels que le NPL le NBS, ou la PTR avant la guerre? Mais je me suis demandé si vous n'avez pas peut-être intentionnellement convié à parler ici des collaborateurs d'instituts à effectif restreint, auxquels une certaine limitation dans les possibilités crée des problèmes d'organisation que ne connaissent pas les laboratoires nationaux de physique des grands Etats. C'est pourquoi je me sens autorisé à penser que certains d'entre vous s'intéressent peut-être non pas seulement à l'activité scientifique, mais aussi à l'organisation de notre Bureau. Je me permets donc de commencer mon exposé par quelques considérations brèves sur les attributions et l'organisation de ce service.

Les attributions du Bureau fédéral ne sont nullement limitées aux poids et mesures, au sens étroit, mais touchent à de vastes domaines de la métrologie générale. Les tâches qui incombent au Bureau sont fixées par l'article 15 de la Loi fédérale sur les poids et mesures du 24 Juin 1909 et par le Règlement du Bureau du 20 Janvier 1911; en substance, ce sont essentiellement les suivantes.

1) La surveillance de l'application de la loi fédérale sur les poids et mesures et des ordonnances qui s'y rattachent, ainsi que la préparation de dispositions légales nouvelles ou de modifications de celles qui existent.

L'obligation de la vérification officielle s'étend actuellement aux instruments, employés dans le commerce, qui servent à mesurer les grandeurs suivantes: longueur (règles et rubans), volume (mesures de capacité, compteurs

de liquide et de gaz), masse (poids et balances), densité (alcoolomètres), énergie électrique (compteurs et transformateurs de mesure).

L'étalonnage des compteurs d'eau et des thermomètres médicaux n'est pas obligatoire.

2) Le contrôle des bureaux de vérification des compteurs d'électricité et de gaz, ainsi que des bureaux cantonaux des poids et mesures (dont nous reparlerons plus loin). Le Bureau fédéral contribue à l'organisation de ces bureaux, il en inspecte les installations et l'activité et en contrôle les instruments de mesure; il organise en outre des cours d'instruction pour les nouveaux vérificateurs cantonaux.

Le Bureau fédéral procède aux essais des nouveaux systèmes d'instruments de mesure en vue de leur admission à la vérification obligatoire.

3) L'exécution des travaux métrologiques prévus par les textes législatifs précités, soit en particulier la vérification d'instruments de mesure tels que poids et étalons de longueur de précision, thermomètres et pyromètres, aréomètres, tachymètres, manomètres, baromètres et instruments de bord des avions, photomètres, instruments de mesures électriques et magnétiques, dosimètres à rayons X, etc.

Cette part de l'activité du Bureau s'est étendue au cours des années, en proportion des besoins accrus des intéressés à ces mesures et du développement des moyens techniques du Bureau: elle englobe actuellement des déterminations de nature diverse telles que: mesures photométriques et colorimétriques, essais magnétiques de tôles et aciers, propriétés de diélectriques, transparence aux rayons X, etc. Dans ce sens et par une évolution en quelque sorte naturelle, le Bureau a été amené à entreprendre parfois des études métrologiques et des travaux de développement d'une certaine envergure pour d'autres branches de l'administration fédérale, ou pour des instituts scientifiques ou des entreprises industrielles, lorsque ces travaux contribuent à une utilisation profitable à chacun des ressources expérimentales (matérielles et intellectuelles) du Bureau.

Le Bureau est appelé à fournir en outre, oralement ou par correspondance, les renseignements qui rentrent dans les limites de ces attributions.

4) L'exécution des travaux scientifiques qui contribuent à assurer le bon fonctionnement du service suisse des poids et mesures.

Telles sont, à grand traits, les tâches actuelles du Bureau, dont les lignes directrices ont été formulées il y a longtemps déjà. Relevons encore, pour être complet, ce domaine de travail particulier que l'évolution mentionnée plus haut a conduit tout naturellement à ajouter aux précédents:

5) La participation, sur le plan national et international, aux travaux de coordination et d'unification dans le domaine de la métrologie (métrologie légale, normalisation des mesures physiques, questions d'unités, de symboles et de nomenclature, etc.).

La répartition du travail entre les organes que nous venons de mentionner est basée sur le principe de la décentralisation. Pour des raisons historiques, les cantons sont chargés de la surveillance directe des poids, des balances et des mesures de longueur et de capacité employés dans le commerce. La Confédération, par l'organe du Bureau fédéral, qui est placé lui-même sous le contrôle d'une Commission fédérale des poids et mesures, exerce la haute surveillance sur les bureaux de vérification cantonaux, au nombre d'une centaine. Tandis que, dans bien des états, les vérificateurs sont des fonctionnaires à rétribution fixe, ceux-ci, chez nous, ne reçoivent pas un salaire déterminé: ils sont indemnisés par les taxes de vérification qu'ils perçoivent et par ce que les cantons leur paient pour les inspections générales, qui ont lieu au moins tous les trois ans.

La vérification obligatoire de tous les compteurs d'électricité en usage dans le commerce est exécutée par une quarantaine de bureaux de vérification, qui appartiennent aux institutions de contrôle de l'Association suisse des électriciens, aux services d'électricité ou aux fabriques de compteurs et dont les compétences dépendent de leur conditions particulières. Les vérificateurs sont des employés des titulaires de ces bureaux, mais ils sont assermentés par le Bureau fédéral, envers lequel ils sont responsables de l'exécution des vérifications officielles. Ce système a fait ses preuves et l'organisation des huit bureaux de vérification des compteurs à gaz est analogue.

On remarquera que le personnel de l'ensemble de ces bureaux de vérification (cantonaux et régionaux) n'est pas à la charge de la Confédération et ne figure pas au budget du Bureau fédéral. L'organisation financière de celui-ci repose sur les principales sources de revenu suivantes. Chaque compteur électrique qui passe à la vérification (qui est répétée tous les dix ans pour les compteurs en service dans le pays) paie une taxe dont une petite part revient de droit au Bureau fédéral. Des recettes analogues proviennent de la vérification des compteurs à gaz. Le Bureau perçoit en outre de modestes taxes pour les essais et travaux qu'on lui demande de faire. Cette base financière d'une part, et de l'autre un effectif restreint (15 personnes au total), permettent un budget équilibré d'environ un quart de million de francs.

Le siège du Bureau est à Berne, où ce service dispose d'un bâtiment qui, bien que vieux de 35 ans, répond encore complètement aux besoins actuels de ses services administratif et technique qui y sont réunis. Les installations et les instruments dont il est doté procurent à sa petite, — je puis bien dire relativement trop petite, — équipe de techniciens des moyens de travail très satisfaisants. C'est dans ces laboratoires que le Bureau fédéral contrôle tous les instruments soumis à la vérification obligatoire qui ne rentrent pas dans les compétences des autres bureaux, et qu'il exécute les mesures et travaux déjà mentionnés qui lui sont demandés par des milieux divers ou des parti-

culiers. La variété des domaines dans lesquels il peut répondre à ces demandes s'étend parfois dans une direction ou dans une autre; les raisons, je l'ai déjà dit, en sont dictées par les circonstances. C'est ainsi que l'essor de l'éclairagisme dans ces trente dernières années conduisit à un développement poussé de la photométrie physique et de la colorimétrie. La période de guerre contraignit à s'occuper davantage de la technique des mesures en haute fréquence. Un petit institut pour l'équipement de service des aéronefs qui, pour des raisons particulières, se trouvait dans le même bâtiment, fut rattaché au Bureau et à l'avenir nous devons nous occuper aussi de mesures de précision dans le domaine de la technique du vide.

Je ne m'étendrai pas davantage sur ces points d'histoire du développement et de l'organisation de notre Bureau. Je crains d'avoir déjà abusé de votre patience et j'aborde un problème à mi-chemin entre les questions d'organisation et de science, à savoir: par quels facteurs, par quels mobiles, l'activité scientifique du Bureau est-elle déterminée?

En premier lieu, pour les mesures de précision que nous avons à exécuter couramment, il importe de tenir à jour (si je puis dire) les moyens (étalons et procédés de mesures) nécessaires. D'une part, les méthodes de mesure et leur mise en œuvre doivent être sans cesse plus ou moins améliorées et rendues plus rationnelles. D'autre part, il s'agit d'entretenir et d'adapter aux besoins une collection d'étalons qui soient constamment connus avec une précision suffisante. L'étude et le contrôle périodique de ces étalons exigent tout un travail que le Bureau poursuit aussi loin qu'il le peut par ses propres moyens. Pour quelques-uns qui nous servent de base (mètre, kilogramme, ohm, volt, candela, étalons de capacité et de self-induction...), nous devons nous procurer leurs valeurs auprès des grands instituts étrangers qui réalisent ou conservent les unités fondamentales, en particulier le Bureau international des Poids et Mesures à Sèvres. Remarquons en effet que faute de personnel et des ressources nécessaires, il ne nous a pas été possible jusqu'ici d'entreprendre des mesures dites absolues. Nous avons bien, par exemple, construit et calculé un condensateur à plateau pour de petites capacités, mais la précision atteintes suffit à peine à nos propres besoins. Pendant la période de guerre, au cours de laquelle nous fûmes entièrement livrés à nous-mêmes dans le domaine technique, les buts que je viens d'esquisser ne furent pas aisés à atteindre. Les difficultés à surmonter exigèrent une série de petits travaux de développement. Comme ils n'ont été publiés nulle part, j'en cite pour donner une idée de certains de nos problèmes internes; ce sont: la confection de thermomètres étalons à résistance électrique, de fours et de bains pour la thermométrie, ainsi que de thermostats pour les essais électriques, la préparation de piles étalons, la fabrication de croix thermoélectriques et le montage de dispositifs potentiométriques et de ponts pour des mesures en courant alternatif, la construction d'un appareil à déterminer la dilatation de solides jusqu'à 800 °C, etc.

Au-delà de cette catégorie de mesures jusqu'à un certain point normalisées, une nouvelle source d'activité scientifique réside dans les exigences techniques particulières et les problèmes spéciaux qui proviennent notamment des industries qui cherchent à progresser. Un cas fréquent est celui d'instruments de mesure, électriques par exemple, dont un industriel dispose pour contrôler une nouvelle fabrication, mais qu'il doit employer à cet effet dans des conditions qui sortent des limites dans lesquelles on en connaît les caractéristiques. — Un autre exemple: les diodes actuelles à cristal de germanium possèdent des caractéristiques et une stabilité qui nous ont engagés à étendre leur champ d'application à une série de procédés de mesures électriques de précision et à en simplifier l'emploi. En combinant des idées connues, on parvint facilement à de nouveaux montages, qui peuvent être intéressants dans la pratique ou pour l'enseignement et le laboratoire. Ils servent aux mesures de fréquences, de tension moyenne, à la détermination d'une forme de courbe..., ou encore constituent des ponts de mesure de capacité, un instrument de zéro à excitation séparée, etc. L'indicateur est un instrument pour courant continu et, pour certaines de ces combinaisons, le domaine de fréquence a pu être étendu jusqu'à quelques centaines de kilohertz. Un industriel a entrepris la fabrication en série d'un fréquencesmètre basé sur un tel principe.

Je dois remarquer ici qu'il est malheureusement trop rare que nous puissions pousser une étude jusqu'à cette forme d'achèvement. En marge de toutes nos occupations techniques qui requièrent une certaine continuité dans le travail, nous avons en effet à répondre aux multiples demandes de renseignements de correspondants ou de visiteurs, ceux-ci surviennent souvent apportant un appareil qui leur cause du souci ou qu'ils sont pressés de remettre en service. Il serait malaisé de citer ou de dégager les résultats de ces miettes de travail. C'est un des aspects de notre vie courante auquel nous ne pouvons nous soustraire.

Sous une troisième forme encore, dans une direction plus théorique, l'activité scientifique du Bureau reçoit son impulsion de la collaboration avec les commissions et organisations nationales et internationales. Un pays n'a pas un intérêt scientifique seulement, mais économique aussi, à participer aux travaux de coordination et de normalisation. Au surplus, à une époque riche en difficultés internationales, il n'est pas nécessaire d'expliquer à une telle assemblée pourquoi c'est aussi un devoir culturel d'entretenir des relations sur ce terrain. Pour un institut de métrologie physique, les questions d'intérêt primordial à cet égard sont celles d'unités, de définitions et de nomenclature, de symboles, ainsi que l'échange de résultats d'expériences sur les méthodes et en particulier l'unification des conditions de mesure aux limites de certains domaines. Précisons ce dernier point par un exemple: il existe une foule de travaux de valeur portant sur des mesures à l'œil et à l'oreille dans les conditions d'espace et de temps les plus variées; cependant ils ne peuvent être

comparés entre eux parce qu'il n'y a pas deux expérimentateurs dont les conditions de mesure soient équivalentes. Les organisations auxquelles le Bureau collabore sont :

l'Association suisse des électriciens,

le Comité consultatif d'électricité du Comité international des poids et mesures,

le Comité suisse de l'éclairage et la Commission internationale de l'éclairage,

le Comité suisse d'optique et la Commission internationale d'optique,

le Comité suisse de physique et

le Comité « symboles, unités et nomenclature » de l'Union internationale de physique pure et appliquée, ainsi que

l'Union radioscopique internationale.

De cette coopération sont issus par exemple les grands rapports bibliographiques sur les récepteurs physiques [Commission internationale d'optique 1950] et sur la photométrie physique [Commission internationale de l'éclairage 1948]. Inutile de souligner que cette collaboration contribue indirectement à resserrer les rapports avec les laboratoires analogues d'autres Etats; c'est pour l'Institut national d'un petit pays, un avantage que nous apprécions.

Les rapports avec les établissements de l'enseignement supérieur constituent un quatrième élément de l'activité envisagée. Des cours de métrologie et de physique technique, qui sont confiés à un membre du Bureau, établissent la liaison avec l'Université de Berne. L'arrangement semble fructueux de part et d'autre. Les étudiants entrent en contact avec des appareils qu'un institut de physique ne possède généralement pas, et plusieurs d'entre eux ont pu exécuter leurs travaux de doctorat dans nos laboratoires. Réciproquement, le Bureau eut ainsi l'avantage de pouvoir faire exécuter par de tels aides des travaux d'une certaine envergure. Ce sont notamment des recherches sur la sensibilité spectrale de l'œil humain et le développement d'un photomètre-colorimètre universel que nous employons couramment.

De ces facteurs que nous envisageons, nous voudrions en considérer un autre encore. On ne devrait pas l'ignorer, bien qu'il conduise quelque peu au-delà des tâches courantes d'un institut de mesures physiques. Il réside dans le fait que le métrologiste, qui est particulièrement bien placé pour effectuer des mesures s'étendant à tous les domaines de la physique et peut-être même de la psycho-physique, recueille en constatations de divers ordres, un matériel dont on pourrait dire qu'il lui tombe du ciel, et que beaucoup lui envieraient. Du point de vue de la théorie de la connaissance, ce matériel est si riche qu'on aurait tort de le laisser se perdre. La science s'est tellement immensément développée dans ses diverses branches qu'il devient de plus en plus nécessaire, pour en conserver l'unité, que les hommes de science s'efforcent de mettre en lumière ce que leurs spécialités ont en commun. Le philosophe, à qui incombe cet effort de synthèse, ne peut que bien difficilement s'en acquitter. La con-

naissance de la manière dont l'homme travaille et pense ne s'acquiert pas par la contemplation seule, mais plutôt en analysant de quelle manière l'expérimentateur observe, comment il façonne un monde de notions pour décrire ce que l'on nomme les faits d'observation et comment il rend compte de cet ensemble de notions par une théorie aussi générale que possible. Le matériel en question est spécialement riche quand le domaine des recherches métrologiques se situe aux limites de la physique pure. Tel était le cas de la nouvelle détermination de la courbe de visibilité spectrale faite au Bureau et c'est dans cette particularité que résident les raisons profondes qui engagèrent celui qui vous parle à élaborer les résultats des dites observations non pas seulement à l'intention de la science appliquée, mais encore du point de vue épistémologique. Un des fruits de ces considérations a été la publication d'un livre intitulé: *Der Helligkeitsbegriff, seine Wandlung und seine Formen*.

De telles considérations, que l'on fait en marge du travail technique, offrent encore un autre intérêt. Si l'on s'efforce d'épuiser un ensemble de telles questions, on se convainc bien vite que les connaissances fondamentales acquises dans une spécialité se laissent étonnamment bien transposer à une autre spécialité. Une étude philosophique approfondie des connaissances fournies par l'exécution des mesures n'est donc point un luxe; au contraire, elle aide grandement à discerner les limites de ce que le métrologiste peut atteindre en définitive théoriquement et pratiquement. En particulier, de telles études aiguisent le jugement à l'égard des exigences de précision qui sont fondées et de celles qui dépassent ce qui a encore un sens. Des considérations pratiques engagent donc aussi le métrologiste à ne pas négliger les fondements de sa discipline.

Vous vous rendez compte, Messieurs, qu'il n'est pas aisé de délimiter la tâche que doit accomplir l'équipe d'un petit institut dont les attributions sont vastes; ce n'est pas une fois tous les lustres, mais en réalité presque journellement qu'il importe d'en préciser les limites. C'est la raison pour laquelle je me suis permis d'examiner de près, en prenant l'exemple de notre Bureau, les rapports entre l'activité de fait d'un institut national de métrologie, les mobiles qui en sont à la base, et ses buts les plus élevés. N'oublions pas en effet que nous vivons à une époque où une administration d'état est souvent mal vue dans la vie courante et regardée comme un mal nécessaire. Ce n'est pas sans raison que le problème de la situation du fonctionnaire vis-à-vis du citoyen doit être chaque jour résolu à nouveau et il incombe à chaque administration de trouver la solution favorable. Dans un institut national de mesure, il conviendrait en tous cas de tendre à un travail d'un niveau élevé à tous égards, sans toutefois se tenir à distance des difficultés qui se présentent tous les jours dans la pratique. Lorsqu'une branche de l'administration parvient au cours des années à acquérir la considération de sa clientèle, elle réussit à sa manière à faire taire les critiques souvent irréfléchies visant l'Etat. La con-

séquence en est une détente dans les rapports entre l'administration (comme organe de contrôle) et le public, l'organisme fonctionne sans heurt et un but essentiel pour une entreprise publique est atteint: on ne ressent pas son existence dans un sens négatif et on n'en parle pas.

Je viens de vous décrire notre organisation: dans la première partie de mon exposé, sa structure externe, puis dans la deuxième partie davantage sa structure interne, c'est-à-dire la délimitation des problèmes. Bien que cette seconde partie contienne maintes allusions aux questions scientifiques qui nous ont occupés, j'ai jusqu'à maintenant passé leurs résultats sous silence et je ne pense pas que cela puisse vous satisfaire. Dans la troisième et dernière partie, j'exposerai plus en détail quelques-uns des travaux que nous avons exécutés ces dernières années.

Des questions techniques et d'électricité appliquée à la médecine nous engagèrent à nous occuper de la construction d'amplificateurs. Nous nous intéressions en particulier aux limites de ce que peuvent donner les amplificateurs pour courant continu. Des montages furent réalisés (voir les *Helvetica Physica Acta* de 1940) qui présentent un maximum de symétrie et mettent à profit les avantages de la contre réaction. Il est encore possible de les perfectionner par l'emploi de lampes à deux systèmes d'électrodes symétriques et cathode commune, qui sont aujourd'hui dans le commerce. Le résultat est en résumé le suivant: il est possible de réaliser des amplificateurs pour courant continu d'une grande stabilité, mais il est préférable de ne pas amplifier le courant continu, si cela n'est pas absolument nécessaire. Partout où il est possible de moduler la grandeur à mesurer (découpage d'une tension, interruption d'un faisceau lumineux, etc.), l'emploi d'amplificateurs de courant alternatif sélectifs est plus profitable. Nous pensons que le procédé de la fréquence porteuse prendra de plus en plus de place dans l'électrocardiographie et dans l'électroencéphalographie. Aussi l'étude des procédés de modulation a-t-elle une grande importance aujourd'hui. En vue d'enregistrer de petites tensions continues à bord des avions, nous avons mis au point au Bureau un amplificateur à interrupteur, indépendant des variations de la tension du réseau de bord qui l'alimente.

Le besoin de mesures photométriques s'accroissant, nous dûmes nous demander si nous conserverions les procédés visuels pour les mesures photométriques pratiques ou si nous adopterions de préférence des procédés physiques. Disons en bref qu'une équipe photométrique qui a fréquemment l'occasion d'opérer visuellement, trouve certains avantages dans l'emploi de procédés subjectifs, spécialement pour les faibles luminances. Sinon, pour des buts techniques, les procédés objectifs sont plus avantageux. C'est pourquoi, d'une part, de nouvelles déterminations de la sensibilité spectrale de l'œil furent entreprises (voir *Helvetica Physica Acta* 1939 et 1942), tandis que, d'autre part, on construisait une série de ce qu'on nomme des yeux artificiels de précision.

Le passage de la courbe de sensibilité d'une cellule photoélectrique à la courbe de visibilité internationale peut se faire de trois manières:

Méthode algébrique: On obtient la valeur désirée par le calcul, après avoir effectué 30 mesures dans le spectre par exemple.

Méthode de filtrage: La courbe de sensibilité Z_λ du récepteur est transformée en V_λ à l'aide d'un ou de plusieurs filtres.

Méthode géométrique: Dans le plan du spectre d'un monochromateur, on dispose un diaphragme qui modifie géométriquement le faisceau lumineux.

Nous avons tiré parti de chacun de ces trois principes pour construire des récepteurs. Les formes intermédiaires entre les méthodes algébrique et de filtrage sont plus particulièrement intéressantes. Si une détermination peut se faire au moyen de plusieurs mesures successives dont les résultats puissent être combinés linéairement, tout se passe comme si l'on avait employé un récepteur dont la courbe de sensibilité soit une combinaison linéaire de plusieurs courbes de sensibilité, données par des filtres par exemple. Comme le choix des coefficients reste libre dans cette combinaison, l'adaptation à l'œil moyen n'a besoin d'être réalisée qu'en partie dans la construction de l'appareil, et le reste peut se faire après coup sur le papier. Nous avons constitué un récepteur de ce type se composant d'une pile thermoélectrique et d'une série de huit filtres. Cette solution semble toutefois être dépassée maintenant par un filtre unique réalisé par le National Bureau of Standards.

Les changements à apporter à la loi fédérale pour y introduire les unités électriques absolues conduisent à étudier diverses questions théoriques. Qu'on me permette d'ajouter quelques remarques sur un problème connexe dont je m'occupe actuellement. Des systèmes d'unités très différents sont encore en usage à l'heure actuelle. Or la représentation des relations entre les grandeurs et les unités appartenant à divers systèmes n'est pas du tout simple. Ose-t-on dire par exemple que 1 volt (unité du système Giorgi) est mathématiquement égal à 10^8 unités électromagnétiques de tension? L'un dira non, car deux entités mathématiques dont l'une est formée de quatre composantes et l'autre de trois ne peuvent être identifiées. Un autre dira oui, car une tension reste une tension et le rapport entre deux unités de « la même grandeur physique » est un nombre pur. Il semble que la notion de grandeur soit employée de deux manières tout à fait différentes; sa critique du point de vue épistémologique nous paraît nécessaire, afin de fixer une fois pour toutes s'il n'y a qu'une manière, non contradictoire en soi, d'opérer avec cette notion, ou s'il y en a plusieurs. Personnellement, je pense qu'il y en a au moins deux, qui se complètent et dont il est possible de transformer les symboles de l'une en ceux de l'autre, ce qui élimine la contradiction (voir *Bulletin SEV*, 1950 No. 17). Cette manière de voir permet, à mon avis, d'expliquer beaucoup plus aisément ce qu'est la rationalisation par exemple; car si l'accord existe sur la forme de la rationalisation (la Commission électrotechnique internationale vient de

prendre une décision en sa faveur), les opinions divergent encore sur sa signification.

Messieurs ! Mettant un terme à cet exposé, je dois remarquer qu'il m'aurait été plus facile de vous raconter, sur nos travaux, une foule de détails qui figurent d'ailleurs en partie dans les publications du Bureau et qui n'auraient intéressé que quelques-uns de mes auditeurs. Me limitant sur ce point, je me suis permis de vous présenter une question d'accès moins aisé, que je pourrais énoncer ainsi : un petit institut national se trouve en face d'un problème général à résoudre, qui apparaît dans ses soucis, dans le contraste entre ses attributions et ses possibilités, dans l'influence enfin de maints facteurs que j'ai essayé de mettre en évidence en me servant de l'exemple du Bureau fédéral. Je ne puis faire plus que d'espérer avoir mis la question suffisamment en relief et trouver un écho en vous, qui avez aussi, dans votre propre tâche, à choisir la voie à suivre, et qui cherchez à le faire de votre mieux au service de la communauté.

**Études sur les rayons cosmiques
à l'aide d'émulsions photographiques spéciales,
à l'Institut de Physique de l'Université de Montréal.**

Rapport lu au XXXVI^{me} Congrès de la Société Italienne de Physique

P. DEMERS

Institut de Physique de l'Université - Montréal

Depuis 1945 nous avons étudié la préparation d'émulsions spéciales, en employant le principe du double jet. Le premier instrument ⁽¹⁾, qui faisait usage de deux burettes, nous avait permis d'obtenir pour la première fois des traces d'électrons dans l'émulsion photographique. Le second, décrit en 1949 ⁽²⁾, utilisait deux seringues pour exécuter la double addition et produisit régulièrement un grain très fin, de 0,07 microns de diamètre avant le développement, selon des mesures au microscope électronique ⁽³⁾, et une sensibilité à environ 4 fois le minimum d'ionisation. Un nouvel appareil utilise 4 jets, 4 pompes et permet une production continue, principe qui sera peut-être utile pour l'industrie photographique, qui jusqu'ici, a recours à des procédés par lots. L'émulsion ainsi obtenue a un grain plus gros et est sensible à 1,7 fois le minimum, ou mieux encore.

Ces émulsions ont été formées en pellicules sans support, qui ont été superposées pour l'irradiation et séparées pour le développement et pour l'observation. Ce procédé fournit effectivement un milieu continu de grande épaisseur pour l'inscription des traces longues et inclinées, qu'il a été ainsi possible de suivre à travers des pellicules successives. Il a été possible de les suivre à travers jusqu'à sept pellicules successives, représentant une épaisseur de plus d'un millimètre ⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ P. DEMERS: *Phys. Rev.*, **70**, 86 (1946); *Can. Journ. Res.*, A **25**, 223 (1947); *S.I.P.*, **19**, 21 (1948).

⁽²⁾ P. DEMERS: *Science*, **110**, 380 (1949); *S.I.P.*, **21**, 370-371 (1950).

⁽³⁾ W. KNOWLES et P. DEMERS: *Phys. Rev.*, **72**, 535 (1947).

⁽⁴⁾ P. DEMERS: *Compt. Rend.*, **231**, 616 (1950).

⁽⁵⁾ P. DEMERS: *Phys. Rev.*, **78**, 320 (1950); *Ann. Aefas*, **16**, 74 (1950); *Can. Journ. Res.*, A **28**, 628 (1950).

La sensibilité spectrale des émulsions sensibles aux radiations ionisantes est actuellement étudiée par HÉBERT ⁽⁶⁾ pour une région de longueurs d'ondes étendue, de l'ultra violet au rouge. Il semble qu'en général la sensibilité à la lumière et celle aux particules, s'accroissent parallèlement quand on passe d'une émulsion à une autre d'un type semblable. LABRECQUE ⁽⁷⁾ a réalisé un objectif à réflexion, d'ouverture numérique (0,5, avec un rapport d'obstruction 0,4,) avec des surfaces exclusivement sphériques. MATHIEU ⁽⁸⁾ a réalisé un appareil de photométrie de précision employant un photomultiplicateur, une illumination alternative avec une période de 1/120 seconde, et l'enregistrement des courants amplifiés. Il permet, l'examen des objets les plus petits sous le microscope avec l'objectif à immersion. A travers une fenêtre équivalente à 0,1 micron à l'objet, en diamètre, la précision est d'environ 2% sur l'intensité de la lumière transmise. Cet instrument est appliqué à l'étude des diverses particules, et sera appliqué à des mesures sur les reculs et sur les autres traces des rayons cosmiques. Avec LAPALME, on a étudié la régression de l'image latente; ce phénomène fournit dans certains cas une méthode de reconnaître l'âge d'une trace avec une précision de quelques heures ⁽⁹⁾.

Radiosondes.

Avec LAPALME, SAINT-ARNAUD, GILMORE, PAQUETTE et le Professeur BRICOUT de Québec, on a étudié et employé la technique des radiosondes ⁽¹⁰⁾. Le dernier modèle rayonne des ondes polarisées horizontalement de 515 MHz. L'antenne est d'un type partiellement nouveau, inspiré de KANDOIAN ⁽¹¹⁾. Elle rayonne à peu près uniformément dans un plan horizontal. Cette radiosonde avec 5 kg de batteries peut être entendue pendant 5 heures, dans un rayon de plus de 100 km, et la direction où elle se trouve peut être connue, avec un système de 3 antennes Hagi réceptrices, à mieux de 1/2 degré. Le signal consiste en une interruption due à la décharge d'une lampe à néon, de fréquence 600 cycles. On peut supprimer la lampe à néon, modifier des capacités et des résistances dans le circuit, et obtenir un régime d'autorelaxation, consistant en l'émission de signaux très brefs. Dans cet état, l'unique lampe

⁽⁶⁾ J. HÉBERT: *Thèse de Maîtrise*, Fac. des Sc., Univ. de Montréal, 1950.

⁽⁷⁾ J. LABRECQUE, *Thèse de Maîtrise*, Ibidem, 1951.

⁽⁸⁾ P. DEMERS et R. MATHIEU: *Phys. Rev.*, **75**, 1327 (1949); R. MATHIEU: *Thèse de doctorat*, Ibidem (1951).

⁽⁹⁾ J. LAPALME et P. DEMERS: *Phys. Rev.*, **72**, 535 (1947); *Ann. Acfas*, **14**, 64 (1948); J. LAPALME: *Thèse de maîtrise*, Ibidem, 1948.

⁽¹⁰⁾ P. DEMERS: *Ann. Acfas*, **14**, 48 (1949); C. SAINT-ARNAUD: *Thèse de maîtrise*. Ibidem, 1950.

⁽¹¹⁾ A. G. KANDOIAN: *Proc. IRE*, Février 1946.

(type « Acorn » 955), peut fonctionner à la fois comme détectrice et comme émettrice, c'est à dire comme une radiosonde répondeuse, à la façon de celle de DYMOND-JONES ⁽¹²⁾. Cette dernière radiosonde cependant utilise trois lampes, tandis que la nôtre n'en emploie qu'une seule. En l'interrogeant sur 518 MHz, et en recevant la réponse sur 515 MHz, il est possible de déterminer sa distance et de reconnaître l'écho de la radiosonde entre les autres échos, sur l'écran du radar. L'expérience, faite avec un radar de 50 W, a permis d'obtenir une réponse avec notre dispositif, jusqu'à une distance maximum de 400 m.

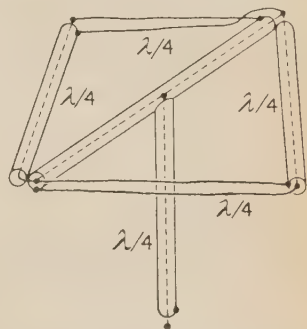


Fig. 1. — Nouveau type d'antenne inspiré de celle de KANDOIAN, formée de conducteurs coaxiaux de 52 ohm. Elle rayonne une intensité à peu près égale dans toutes les directions d'un plan horizontal, à un facteur deux près. Les dimensions ne sont pas critiques.

Quelques résultats sur l'asymétrie.

Avec DE GRANDPRÉ et l'aide de MACKENZIE de la Compagnie Canadian Industries Limited, qui nous a aimablement donné les feuilles de « Polythène » nécessaires, nous avons construit des ballons ouverts de cette matière. Nous projetons actuellement la construction d'un ballon haut de 16 mètres, capable de monter avec une charge de quelques kg, jusqu'à une altitude voisine de 30 km.

Avec COURTEMANCHE et LAMARCHE, nous avons fait flotter au cours des étés de 1949 et de 1950, les paquets des feuilles d'émulsion sans support déjà mentionnées, attachées à une *boussole spéciale*, protégée du vent et de l'agitation de la nacelle. Ces paquets sont donc restés orientés au cours de l'ascension, de sorte que les phénomènes observés peuvent s'y interpréter par rapport aux points cardinaux. Jusqu'à maintenant, nous avons observé une asymétrie des traces les plus faiblement ionisantes, parmi les branches des étoiles, qui sont probablement celles de protons de quelques centaines de MeV. On n'a pu établir le sens du déplacement sur ces trajectoires. Ces traces sont plus fréquentes autour de l'axe NW-SE, ce qui semble indiquer des particules incidentes de l'ouest, et des particules émises vers l'est, ce qui confirme l'hypothèse de la charge positive des primaires ⁽¹³⁾.

Un autre phénomène a été observé, c'est celui des étoiles simples ⁽⁵⁾, formées

⁽¹²⁾ L. A. JONES: *Journ. Roy. Aeron. Soc.*, 443 (Mai 1946).

⁽¹³⁾ P. DEMERS, R. COURTEMANCHE et G. LAMARCHE: *Compt. Rend.*, 231, 651 (1950).

d'une seule branche développée (α , H^3 , H^2 , H), et d'un recul qui ne pourrait être aperçu avec le grain plus gros des émulsions commerciales. Elles forment environ 5 % de la population des étoiles. Elles semblent être toujours à peu près horizontales, ce qui suggère une symétrie particulière pour la radiation incidente: celle-ci doit être incidente surtout soit verticalement, soit horizontalement (⁵).

VII

Sunti delle comunicazioni presentate al XXXVI Congresso della Società.

A. ALBERIGI, F. LEPRI, L. MEZZETTI, E. PANCINI e L. STOPPINI (Roma). — Sulla misura di velocità delle particelle elementari e di vite medie molto brevi.

Si discutono alcuni criteri, e si espongono alcuni metodi sperimentali impiegati per la determinazione di brevissimi intervalli di tempo che separano gli istanti di passaggio della stessa e di diverse particelle elementari attraverso gli apparecchi di rivelazione.

A. ALBERIGI, L. MEZZETTI, E. PANCINI e L. STOPPINI (Roma). — Velocità di migrazione degli elettroni nelle miscele di Argon ed alcool.

Si espongono i risultati di alcune misure sulla velocità di migrazione degli elettroni nelle miscele di Argon ed alcool etilico eseguite determinando il tempo di transito di un elettrone nel campo radiale di un contatore di Geiger. Si confrontano questi risultati con quelli classici e con quelli recentemente ottenuti da vari Autori per concludere che, se per bassa intensità del campo è accettabile una legge di proporzionalità fra il valore della velocità di migrazione e quello del campo, per intensità superiori a $3 \text{ volt/cm} \cdot \text{mm Hg}$ è invece possibile una legge di indipendenza della velocità dal campo. Quest'ultimo risultato viene giustificato quantitativamente tenendo conto dell'effetto Raman degli atomi di Argon e delle notevoli sezioni d'urto anelastico delle molecole di alcool.

E. AMALDI, C. CASTAGNOLI, A. GIGLI e S. SCIUTI (Roma). — Sulle esplosioni nucleari a 3500 m, al livello del mare e sotto terra.

Si espongono i risultati di misure eseguite a 3500 m sulle esplosioni nucleari in camere di ionizzazione contornate da spessori variabili di Pb e di Fe. Si descrive una esperienza sulle esplosioni nucleari sotto terra mediante una camera di ionizzazione sferica e contatori di Geiger.

E. AMALDI, C. CASTAGNOLI, A. GIGLI e S. SCIUTI (Roma). — Sugli sciami estesi a 3500 m.

Vengono esposti i risultati di misure sugli sciami estesi eseguite a 3500 m con quattro camere di ionizzazione e quattro mazzi di contatori in coincidenza. In questo

dispositivo si sfrutta la moltiplicazione che la componente elettronica dello sciame subisce in strati di piombo o di ferro contornanti le camere.

I dati relativi alla moltiplicazione nel Pb sono stati già discussi in Note pubblicate od in corso di pubblicazione. Vengono qui presi in considerazione i dati relativi al Fe, confrontandoli con i risultati di calcoli svolti supponendo che la distribuzione spaziale degli elettroni e dei fotoni di una ben determinata energia sia rappresentata da una legge gaussiana modificata rispetto a quella di altri Autori.

E. AMALDI e G. FIDECARO (Roma). — Un esperimento sulla diffusione anomala di mesoni μ veloci da parte dei nucleoni.

Per mezzo di un odoscopio di contatori, è stata studiata la diffusione dei mesoni μ ai grandi angoli. Le misure sono state eseguite in due bande di energia dei mesoni incidenti: da 200 a 320 MeV, energia cinetica, e da 320 MeV ad infinito. Su circa 250 000 mesoni incidenti sul diffusore, di 6 cm di Fe, sono state trovate 6 particelle diffuse ai grandi angoli; di queste, 3 erano di energia compresa tra 200 e 320 MeV. Una seconda serie di misure, eseguita con un assorbitore di 200 g/cm² di mattoni in cotto, posto al di sopra dell'apparecchio, ha dato, come risultato, una sola particella diffusa, nella banda di bassa energia su circa 200 000 mesoni incidenti. Questa seconda misura, con assorbitore, è stata eseguita per studiare il contributo dei protoni della radiazione cosmica alle particelle diffuse. Sebbene i risultati siano nel verso giusto, come se i protoni contribuissero sensibilmente ad aumentare il numero delle particelle diffuse osservate, tuttavia non è possibile prenderli come una conferma sperimentale, causa il piccolo numero di eventi osservati e, di conseguenza, i notevoli errori statistici.

Il limite superiore per la sezione d'urto anomala mesone μ -nucleone, che si deduce è: circa $4,5 \cdot 10^{-29}$ cm²/nucleone, nella banda di bassa energia; circa $2,3 \cdot 10^{-30}$ cm²/nucleone, nella banda di alta energia.

Inoltre, dal numero di sciami penetranti generati nel diffusore si può valutare un ordine di grandezza per la relativa sezione d'urto. Nell'ipotesi che questi sciami possano essere stati generati, almeno in parte, da mesoni μ , le sezioni d'urto per diffusione anomala e per produzione di sciami trovate, sono state confrontate con i risultati di EVANS e GEORGE e, GEORGE e TRENT; i quali Autori osservano una produzione di stelle e di sciami penetranti a 60 metri sotto terra.

E. AMALDI, G. FIDECARO e F. MARIANI (Roma). — Sulla diffusione coulombiana di mesoni μ ed elettroni da parte dei nuclei leggeri.

È stato studiato il caso in cui la particella incidente abbia energia tale che λ sia dello stesso ordine di grandezza, o più piccolo, della distanza media dei protoni nel nucleo. Tale raffinamento della teoria ha interesse per le particelle, come i mesoni μ , la cui interazione sembra si riduca al solo campo elettromagnetico dei nucleoni fino ad energie di qualche centinaio di MeV, ed anche ad energie più elevate, nel caso di processi d'urto con emissione secondaria di mesoni. Per evitare di introdurre nel calcolo di questi processi le difficoltà e le incertezze dovute alle teorie dei campi mesonici, si è impostato il calcolo da un punto di vista fenomenologico: osservando che, almeno se ci si limita a considerare gli urti senza emissione secondaria di mesoni, il campo mesonico si manifesta come una conveniente distribuzione spaziale della carica elettrica del nucleone, si è provato ad introdurre una specie di raggio fenomenologico del

nucleone. Nel calcolo, eseguito nell'approssimazione di Born, i protoni sono stati considerati dapprima puntiformi. Il modello impiegato per il nucleo è quello ad un solo corpuscolo. Come nella diffusione dei raggi X e degli elettroni lenti da parte degli atomi, si ha una diffusione coerente ed una incoerente. Facendo uso di una buca di potenziale parabolica, si ottiene, per la diffusione coerente, una estensione della ben nota formula di Williams. In quest'ultima manca invece, ovviamente, il contributo della diffusione incoerente, che pure prevale ai grandi angoli e per energie elevate dei mesoni incidenti. Le formule trovate possono essere utili ogni qualvolta λ soddisfi le condizioni accennate. L'effetto dell'interazione spin-spin è stato calcolato successivamente: per la parte coerente si ritrova il fattore $1 - \beta^2 \sin^2 \theta/2$ di CORBEN e SCHWINGER. Il passaggio dalle espressioni per raggio nullo dei protoni a quelle con raggio finito è immediato con l'uso di un teorema che è stato dimostrato, nell'approssimazione del modello ad un solo corpuscolo, e nell'ipotesi di distribuzione gaussiana della carica nel protone: grazie ad esso, basta l'introduzione di un opportuno fattore di forma del protone nelle espressioni per raggio nullo. Si trova così che la sezione d'urto dipende in maniera sensibile dal valore numerico del raggio impiegato. Tale effetto viene però in parte cancellato se si tiene conto della presenza dei neutroni nel nucleo, almeno nel caso di accoppiamento debole fra nucleoni e campo mesonico. I risultati trovati sono stati estesi successivamente al caso degli elettroni. Calcoli numerici sono stati eseguiti per energie di 100, 400, 600 MeV. A conclusione si può osservare come, eseguendo delle esperienze di diffusione coulombiana con mesoni ed elettroni contro nuclei di idrogeno, sia possibile dedurre informazioni sul raggio elettromagnetico del protone e, successivamente, a mezzo di altre esperienze di diffusione contro nuclei leggeri, studiare la struttura nucleare ed, in particolare, i fenomeni di interferenza accennati.

A. ASCENZI, G. BOATO e F. PASSALACQUA (Roma). — Rilievo di iodio organico nell'ipofisi mediante l'uso di iodio radioattivo.

Usando lo iodio 131 come indicatore e la tecnica autoradiografica è stata studiata la distribuzione dello Iodio nella ipofisi di cavia.

Gli animali in istudio erano iniettati con $0,3 \gamma$ di Iodio, contenenti $250 \mu\text{C}$ di Iodio 131 . Dopo 24 ore essi erano uccisi ed erano loro prelevate tiroide ed ipofisi. Sezioni istologiche di queste ghiandole erano quindi montate su vetrini da microscopio, ricoperte con emulsione sensibile Kodak speciale per autoradiografie, e lasciate impressionare.

Ripetute prove fatte sulle sezioni di tiroide (dove, come è noto, va a concentrarsi la maggior parte dello Iodio) consentivano di mettere a punto la tecnica di impressionamento e di sviluppo della emulsione, con risultati paragonabili e spesso superiori a quelli degli altri autori.

Le sezioni di ipofisi, che contenevano solo poco Iodio 131 , erano lasciate a contatto con l'emulsione per 21 giorni, dopo di che si procedeva allo sviluppo e alla colorazione. L'osservazione al microscopio mostrava una debole impressione dell'emulsione in corrispondenza del lobo anteriore della ghiandola e della sua « pars tuberalis », mentre non era possibile dimostrare presenza di Iodio nel lobo posteriore.

Il risultato ottenuto confermerebbe alcune ipotesi sulla proprietà dell'ipofisi di fissare la tiroxina in modo specifico o, quanto meno, farebbe luce sul meccanismo con cui la tiroide esercita la sua nota influenza sull'ipofisi.

Misure quantitative sull'argomento sono in programma.

E. BALDINGER, vedi pag. 98.

L. BARBANTI-SILVA (Modena). — Conducibilità elettrica delle superfici generate per rottura nei dielettrici amorfi.

L'Autore riferisce su alcune esperienze preliminari, dalle quali risulta come, alla rottura di lastre di materiale dielettrico, non plastico, si manifesti, nelle superfici che vengono ad essere così generate, una notevole conducibilità elettrica, decrescente nel tempo. Tale conducibilità aumenta con la durezza del dielettrico e comunque con l'entità dello sforzo necessario a provocare la rottura: la sua durata varia entro limiti notevoli, diversi per i diversi casi. Spesso una trentina di minuti primi e, talvolta, persino parecchie ore dopo la rottura, se ne nota ancora qualche traccia.

E. BERETTA e A. M. BIANCHI (Padova). — Coefficiente di liberazione d'elettroni a superfici metalliche da parte di ioni pluriatomici.

Secondo il metodo proposto da E. BERETTA e A. ROSTAGNI (*Nuovo Cimento*, 6, 391 (1949)) il coefficiente di liberazione d'elettroni per urto di ioni alla parete di un contatore viene determinato come rapporto fra il numero n_s di scariche secondarie (originate da elettroni secondari) ed il numero complessivo n_i di ioni incidenti sul catodo. Il numero n_s si deduce a sua volta dallo studio della distribuzione nel tempo degli impulsi dati dal contatore esposto ad un preparato radioattivo, n_i si calcola come prodotto del numero complessivo di impulsi per il numero medio di ioni per ogni impulso.

Il metodo è stato applicato per ora ad alcuni gas e vapori a molecola pluriatomica, scelti di preferenza fra quelli che più comunemente vengono usati, puri o in miscela, nei contatori a spegnimento spontaneo: alcool etilico, metilico, propilico, etere etilico, metano, metilale. I coefficienti di liberazione ottenuti variano entro limiti non molto larghi, dell'ordine di grandezza di 10^{-10} elettroni/ione.

L. BERTI (Firenze). — Complementi alla Teoria del microscopio in contrasto di fase.

Riprendendo i concetti già svolti in una precedente nota, si illustra uno schema di microscopio interferenziale da cui deriva con procedimento logico il microscopio in contrasto di fase di Zernike. Si osserva poi come la effettiva realizzazione di questo, equivalga ad un tipo di microscopio interferenziale leggermente diverso da quello inizialmente introdotto. Viene inoltre svolta una schematica teoria delle immagini ottiche per comprendere qualitativamente i risultati definitivi. Si svolge infine un caso particolare in cui si determinano i valori più convenienti da attribuire allo sfasamento e all'assorbimento della lamina di fase allo scopo di avere il massimo contrasto nell'immagine. I risultati coincidono con quelli ottenuti nella nota precedente, ma l'attuale esame ne fornisce una interpretazione ben più precisa.

A. M. BIANCHI, vedi pag. 70.

G. BOATO, G. CARERI e G. NENCINI (Roma). — Sullo spettrometro di massa costruito presso il Centro di Fisica Nucleare a Roma.

Da più di un anno è in opera presso il Centro di Fisica Nucleare a Roma uno spettrometro di massa a 60° del tipo di Nier (*R.S.I.*, 18, 398 (1947)) per l'analisi isotopica dei gas.

G. BOATO, vedi pag. 69.

Nel tubo spettrometrico, interamente metallico, il vuoto è praticato con pompe a diffusione a olio tipo Leybold. La velocità effettiva di pompaggio all'ingresso del tubo è circa 5 l/s e la pressione ultima è dell'ordine di 10^{-7} mm Hg.

La sorgente di ioni è simile a quella usata da GRAHAM, THODE e HARKNESS (*Journ. Sci. Inst.*, **24**, 119 (1947)) e le sue principali caratteristiche sono già state descritte in una nota sul *Nuovo Cimento* (CARERI e NENCINI: *Nuovo Cimento*, **7**, 64 (1950)).

Il collettore di ioni è collegato alla griglia di una 954 RCA, che funge da valvola elettrometro; l'annesso amplificatore lineare (che è quello descritto da GRAHAM e coll. nel succitato lavoro) è sensibile a correnti di $10^{-14} \div 10^{-15}$ A.

Il gas da analizzare può essere introdotto nello spettrometro o attraverso una valvola a spillo oppure, in condizioni di flusso molecolare, attraverso un foro praticato in una lamina sottile di alluminio (diametro 25 μ). Durante l'afflusso del gas la pressione nello spettrometro non supera i 10^{-5} mm Hg.

Lo spettrometro ha un potere separatore di 1/100; una misura quantitativa di abbondanza è però possibile solo per masse che differiscono di una unità su cinquanta, a causa dell'« overlapping ». In corrispondenza, la minima abbondanza relativa misurabile è, dopo le modifiche ultimamente apportate, circa 1/100 000, se non intervengono fattori d'altro genere.

Con lo spettrometro sono state eseguite o sono in corso le seguenti misure: analisi di idrocarburi, analisi isotopica dei gasi dei vulcani e delle rocce, analisi delle miscele H_2 -HD- D_2 per esperienze di cinetica, analisi di miscele gassose varie per la misura di alcuni coefficienti di diffusione.

C. BONACINI (*Modena*). — Spettro della scintilla fra elettrodi-fiamma.

Due becchi Bunsen, alimentati da gas compresso, e nei quali vengono polverizzate soluzioni saline, danno luogo a lunghe fiamme, tra le estremità delle quali si riesce a far scoccare delle scintille, semplicemente collegando i becchi stessi con i poli di un generatore ad alta tensione. (Quando la tensione assume valori molto elevati la scintilla può innescarsi direttamente ai due becchi attraversando le fiamme).

Se nei due becchi Bunsen si polverizzano due sali di elementi diversi, la scintilla è nettamente divisa in due parti diversamente colorate.

L'analisi spettroscopica rivela che si tratta di scintille a basso grado di eccitazione. In esse compare infatti soltanto uno spettro di fiamma, mentre le inibizioni hanno la caratteristica delle normali inibizioni delle fiamme. Unica, notevole, eccezione è la comparsa delle prime righe della serie di Balmer.

C. BONACINI e R. PERILLI-FEDELI (*Modena*). — Nuove esperienze di inibizione spettroscopica anomala.

Sono riprese e sensibilmente ampliate precedenti esperienze del prof. PIERUCCI. Un grosso condensatore, alimentato da un trasformatore a 250 000 V con selettore d'onda, è inserito in un circuito di induttanza e resistenza minime, sì da fornire scintille a carattere disruptivo. Tali scintille scoccano fra due elettrodi costituiti da sali fusi, contenuti in due grosse capsule di porcellana.

Le capsule vengono scaldate fortemente, mediante due fiamme Bunsen, alimentate a compressione, sì da ottenere ben presto la fusione e l'incandescenza dei sali in esse contenuti. Si spengono, allora, le fiamme e si eseguisce una serie di spettrografie della scintilla, che si fa scoccare fra questi elettrodi, i quali si vanno lentamente raffreddando.

Le scintille, che, col raffreddamento degli elettrodi, divengono via via più rumorose, presentano un aspetto spettroscopico rapidamente, nettamente variabile. Mentre, infatti, dapprima — quando, cioè, gli elettrodi sono ancora fortemente incandescenti — non compaiono le righe dell'elemento a minor potenziale di ionizzazione, con l'andare del tempo tali righe compaiono e si fanno più intense, fino a soverchiare le righe degli elementi a più alto potenziale di ionizzazione.

La decisiva influenza del gas elettronico nel gioco di queste inibizioni è, così, nettamente provata.

A. BONETTI e G. TOMASINI (Genova). — Assorbimento dei mesoni μ nelle emulsioni fotografiche.

L'esame di lastre fotografiche spesse esposte a 3500 m sul livello del mare ha condotto all'osservazione di circa 1000 mesoni che giungono alla fine del loro percorso nell'interno dell'emulsione. Ne è stata ricavata una valutazione abbastanza precisa delle percentuali dei mesoni μ che subiscono disintegrazione o cattura.

G.-A. BOUTRY et L. LE BLAN (Paris). — Un nouvel étalon de brillance lumineuse à température de couleur ajustable jusqu'à 3000 °K.

On décrit un étalon de brillance lumineuse consistant en un radiateur intégral formé d'un cylindre de Tungstène creusé de deux cavités. Le cylindre est chauffé dans le vide par bombardement électronique. L'intensité du courant de chauffage des cathodes émettrices d'électrons et la tension appliquée entre ces cathodes et le radiateur intégral sont toutes deux contrôlées par des régulateurs d'un type particulier qui sont décrits.

Le rayonnement fourni par l'une des cavités du radiateur est utilisé pour les inter-comparaisons photométriques. Celui qui sort de la seconde cavité est utilisé pour déterminer la température de l'étalon par comparaison avec un corps noir maintenu au point de fusion du Platine. Cette comparaison est faite en lumière monochromatique à l'aide d'un pyromètre à cellule photoélectrique nouveau qui est également décrit.

Les résultats sont les suivants:

1) La température du radiateur intégral peut-être maintenue constante automatiquement pendant une durée indéterminée avec une précision de $\pm 1^\circ\text{K}$ à 2800°K .

2) Elle peut être déterminée, par rapport à la température de solidification du Platine, avec une incertitude de $1,2^\circ\text{K}$ à 2800°K .

On se propose d'utiliser l'étalon pour éviter toutes opérations de photométrie hétérochrome dans la détermination des brillances et intensités lumineuses des lampes à incandescence dont le groupement forme les étalons secondaires actuels.

A. BRACCI, U. FACCHINI e E. GERMAGNOLI (Milano). — Determinazione della intensità di una sorgente di neutroni.

Il numero di neutroni per secondo emessi dalla sorgente è stato determinato ricavando la curva di distribuzione di neutroni termici in acqua mediante rivelatori di In. L'attività β in essi indotta veniva misurata con un contatore Geiger. La curva di

distribuzione dei neutroni termici è stata ottenuta per differenza irraggiando i rivelatori con e senza schermo di Cd.

Ci si è resi indipendenti dai rendimenti del rivelatore, del metodo di misura e del contatore, tarando i rivelatori in una cavità di paraffina, in una posizione determinata, in cui il flusso era stato misurato sfruttando la reazione $\text{Li}^6(n, \alpha)\text{H}^3$ mediante una camera di ionizzazione il cui rendimento era esattamente calcolabile. La misura risulta così dipendente solo dal rapporto $\sigma_{\text{H}}/\sigma_{\text{Li}}$ noto con buona precisione. La curva di distribuzione è stata corretta per l'anisotropia del flusso neutronico e per la perturbazione del campo neutronico da parte del rivelatore stesso.

L'errore nella misura è del 5 % e il valore ottenuto per la nostra sorgente di 501,87 mg Ra 2,5 g Be è: $Q = (2,99 \pm 0,15) \cdot 10^6$ neutroni/sec.

B. BRUNELLI e D. CUNSOLO (Roma). — Sulle tracce positive osservate in camera di Wilson.

Negli ultimi quindici anni parecchi autori hanno notato in camera di Wilson (C. W.) tracce positive uscenti da sorgenti β^- attive.

L'elevata frequenza di queste (1 % \div 0,1 % degli elettroni emessi), il loro potere penetrante, l'assenza di fotoni di annichilimento e il risultato negativo delle esperienze che con tecniche diverse da quella della C.W. erano state in seguito condotte per mettere in evidenza le suddette particelle positive costituivano forti obiezioni all'ipotesi che si trattasse essenzialmente di positroni generati in coppia nella conversione interna dell'energia cinetica degli elettroni della sorgente radioattiva.

Allo scopo di constatare se si trattasse semplicemente di un effetto strumentale, e precisamente di elettroni negativi incidenti sul preparato provenendo dalle pareti della C.W., abbiamo paragonato la frequenza e l'energia delle supposte particelle positive con quella dei suddetti elettroni di fondo. Abbiamo perciò eseguito due gruppi di fotografie: uno (1175 fotografie) con un debole preparato $\text{Ra}(\text{B} + \text{C})$ in un tubicino di vetro posto al centro della C.W.; l'altro (402 fotografie) sostituendo il tubicino con uno di uguali dimensioni, ma senza preparato.

Nel primo gruppo di fotografie sono apparse ineccepibili 23 tracce positive, pari al 0,3 % degli elettroni emessi dal preparato. Il numero di tracce positive per fotografia era perciò $N^+/N_{\text{foto}} = (1,96 \pm 0,4) \cdot 10^{-2}$.

Nel secondo gruppo di fotografie abbiamo considerato ineccepibili 10 tracce di elettroni di fondo che potevano figurare come positivi uscenti dal vetrino; cioè $N^+/N_{\text{foto}} = (2,25 \pm 0,8)$.

Come si vede $N^+/N_{\text{foto}} \not\approx N^+/N_{\text{foto}}$.

Alla luce di questo risultato, ci sembra di poter concludere che le tracce positive osservate col preparato $\text{Ra}(\text{B} + \text{C})$ sono dovute a un effetto strumentale; tanto più che, per giustificare eventuali sfavorevoli fluttuazioni statistiche sui due numeri sopra confrontati, si possono invocare: a) gli elettroni riflessi ($0,25 \pm 0,12$ per fotografia) presenti nel primo gruppo di fotografie e non nel secondo; b) la probabilità (qualche unità su 10^4) che un elettrone nella nostra esperienza venga inflesso per sparpagliamento tanto da apparire come positivo. A ulteriore conferma abbiamo tracciato due spettri « $H\phi$ — frequenza »: uno per le tracce positive osservate nel primo gruppo di fotografie; l'altro per gli elettroni di fondo dello stesso gruppo. I due spettri mostrano lo stesso andamento; è significativo ancora che questi siano essenzialmente coincidenti con quelli pubblicati da vari autori: questo significa che le condizioni strumentali erano circa le stesse nelle varie esperienze.

P. BUDINI (Trieste). — Sullo spettro di densità e sulla intensità degli sciami estesi in funzione della profondità atmosferica.

Le note esperienze di AUGER e le più recenti di WILLIAMS, COCCONI *e coll.*, AMALDI *e coll.*, hanno dimostrato che la struttura trasversale degli sciami estesi è, almeno nel suo aspetto geometrico, in sostanziale accordo con quella prevista teoricamente da MOLIÈRE nell'ipotesi dell'elettrone primario, corroborando l'opinione che la struttura trasversale sia poco sensibile al particolare modello di generazione degli sciami: è da ritenersi invece che questo debba influenzare sensibilmente la struttura longitudinale dello sciamone, la quale a sua volta condiziona l'andamento dello spettro di densità e dell'intensità (in particolare la posizione del suo massimo) in funzione della profondità atmosferica: ed è appunto su questi dati che l'ipotesi dell'elettrone primario porta alle note contraddizioni tra esperienza e teoria; che, si può mostrare, saranno tanto più grandi se, data l'accertata origine nucleonica degli sciami estesi, sarà necessario tener conto anche di un certo contributo di sciami iniziati alquanto al di sotto del limite superiore dell'atmosfera; come i recenti calcoli di MOLIÈRE sulla curva di decorrenza di Auger sembrano confermare. Abbiamo eseguito alcuni calcoli guidati dalle precedenti considerazioni e i risultati ottenuti indicano che assumendo un modello di produzione multipla alla Wataghin o alla Heisenberg si possono ottenere risultati concordanti con l'esperienza; da alcuni risultati preliminari sembra che l'accordo sarebbe più difficile da ottenersi col modello di produzione multipla; infine, come in parte già noto, non sembra possibile ottenere l'accordo nell'ipotesi dell'elettrone singolo.

P. BUDINI e G. POIANI (Trieste). — Sull'effetto di densità nelle tracce generate da particelle di alta energia.

In un lavoro presentato per la pubblicazione da uno di noi, si è studiato l'andamento della densità media degli ioni attorno all'asse di una traccia generata dal passaggio di una particella ionizzante di alta energia, trovando che il numero di ioni prodotto per unità di lunghezza in un cilindro di dato raggio che ha per asse la traccia, tende ad un limite al crescere all'infinito dell'energia della particella ionizzante. Si riprende ora detto studio tenendo conto dell'effetto di densità determinato dal materiale attraversato. Si trova che al di sotto di una certa distanza limite dall'asse della traccia, dipendente dalle caratteristiche fisiche del materiale attraversato, il fenomeno presenta gli aspetti già studiati nel predetto lavoro; al di là di questa distanza invece la ionizzazione diventa trascurabile per quanto grande sia l'energia della particella.

P. CALDIROLA (Milano). — Sulla molteplicità di produzione dei mesoni nell'urto fra nucleoni.

Prendendo lo spunto da una teoria precedentemente elaborata atta a descrivere i processi provocati dalla radiazione cosmica attraverso l'atmosfera, si discute il problema della produzione di mesoni in seguito ad urto fra due nucleoni. Dall'esame dei dati sperimentali, ed in modo particolare da quelli relativi alla dipendenza dell'eccesso positivo della componente mesonica dall'energia dei mesoni stessi e dall'altezza atmosferica è possibile dedurre: *a*) che l'energia ceduta da un nucleone veloce in un singolo urto è una frazione dell'ordine del 15-20% dell'energia del nucleone stesso; *b*) che la molteplicità di produzione dei mesoni è praticamente eguale ad uno per energie nucleoniche fino a circa $10 \div 20$ GeV. mentre si ha produzione prevalentemente con molteplicità almeno eguale a due per energie oltre i 100 GeV.

Detti risultati sono confrontati con quelli che si possono dedurre da teorie proposte da altri Autori.

Infine viene discusso l'effetto di latitudine quale risulta dalla teoria proposta e lo si mette a confronto con recenti dati sperimentali.

P. CALDIROLA (Milano). – Su una generalizzazione delle equazioni relativistiche del moto di una particella materiale.

Nella teoria quantum-relativistica delle interazioni fra particelle elementari si considerano forze che, a differenza di quelle elettromagnetiche, derivano da un potenziale scalare anzichè tetravettoriale. In questa comunicazione si studia nel caso non quantistico, vale a dire secondo la teoria della relatività ristretta di EINSTEIN, il comportamento di una massa puntiforme soggetta a forze derivanti anche da un potenziale scalare. A tale scopo si generalizza opportunamente il formalismo hamiltoniano relativistico.

G. CARERI, vedi pag. 70, 95.

M. CARLEVARO, G. COLONNESE e M. CUTOLO (Napoli). – Determinazione sperimentale delle curve di risonanza nel moto degli elettroni e misura del campo magnetico terrestre nello strato E.

Questa comunicazione raggruppa le seguenti:

M. CARLEVARO – Studio mediante modelli elettrici della propagazione ionosferica e della radiointerazione.

Partendo dalla ben nota analogia tra la propagazione di un'onda elettromagnetica piana in un mezzo omogeneo e la propagazione delle onde di tensione e di corrente lungo una linea uniforme si è studiato un metodo per riprodurre tutti i fenomeni della propagazione di un'onda elettromagnetica in mezzi conduttivi, ionizzati e magnetoattivi, usando come modelli elettrici linee o catene di trasduttori simmetrici. Vengono determinati i limiti di validità del metodo e illustrati alcuni esempi di modelli elettrici per diversi mezzi caratteristici. Una più ampia esposizione è riservata a una catena di trasduttori progettata per la riproduzione delle esperienze italiane sulla girointerazione nell'ultimo triennio.

Il metodo illustrato presenta il notevole vantaggio di eliminare la materiale calcolazione algebrica delle grandezze interessanti la radiopropagazione ionosferica, grandezze di laborioso calcolo perchè funzioni di molte variabili e di incerta approssimazione. Il metodo si presta anche vantaggiosamente per lo studio sperimentale di molti interessanti problemi, come per esempio il progetto di schermi elettromagnetici.

G. COLONNESE – Osservazioni di girointerazione con propagazione di onde elettromagnetiche dal Nord al Sud.

Le misure sulla girointerazione, condotte in Italia dal 1946 al 1950, furono sempre effettuate con propagazione di onde elettromagnetiche dirette dal Sud al Nord. Evidentemente questa direzione è più efficace sul movimento degli elettroni nella ionosfera, perchè la componente del campo magnetico terrestre ha la stessa direzione all'incirca.

Durante il ciclo sperimentale del 1950, che fu effettuato anche con direzione di propagazione Sud-Nord, si è tentato di produrre il fenomeno con direzione di propagazione Nord-Sud. Perciò funzionavano due stazioni ricercate, Taranto e Venezia, mentre la stazione disturbatrice era una sola. Fu installata a Napoli, presso il Centro Studi, una stazione ricevente, facente uso di un metodo di misura simile a quello adoperato a Torino. Perciò, l'onda di Venezia era raccolta da Napoli, l'onda di Taranto era ricevuta da Torino.

Il fenomeno fu osservato talvolta anche con notevole intensità, e con frequenza disturbatrice di 1176 kHz (equivalente a 255 m).

Sarebbe possibile, dato che la frequenza suddetta corrisponde all'incirca alla frequenza giromagnetica locale, affermare che con una frequenza ricercata di 420 kHz per il collegamento Venezia-Napoli, si ottiene la curva ad un massimo sulla girofrequenza.

Come conclusione, le osservazioni suddette dimostrerebbero che il fenomeno ha luogo anche con direzione Nord-Sud.

M. CUTOLO - Self girointerazione di radioonde nella ionosfera.

Durante le esperienze di girointerazione compiute in Italia nel Maggio-Giugno 1948 fu osservato spesso che il grado di modulazione della stazione perturbatrice (Radio Vaticana), la quale emetteva sull'onda di 266 m (5 kW), risultava a Torino (stazione ricevente) del 30-35%, con una frequenza di modulazione di 230 Hz e del 35 % con una frequenza di modulazione a 450 Hz, laddove il grado di modulazione della stessa stazione era in partenza intorno al 70%. Questa constatazione sorprese alquanto.

Qualche tempo dopo si dimostrò teoricamente che, causa il notevole assorbimento di energia da parte di una radioonda la cui frequenza era pressapoco uguale alla girofrequenza locale, poteva aversi una diminuzione del grado di modulazione dell'onda dopo il suo passaggio nella ionosfera. In altri termini si pensò che facendo variare la frequenza di un'onda intorno alla girofrequenza locale si dovesse avere una diminuzione del suo grado di modulazione (naturalmente costante in partenza) quando la frequenza dell'onda variava intorno alla girofrequenza.

Durante il periodo Maggio-Giugno 1950 sono state effettuate esperienze opportune per confermare sperimentalmente la previsione teorica. Ha funzionato come stazione trasmittente radio Firenze della RAI, con 230 Hz frequenza di modulazione e 80 % profondità di modulazione, la cui frequenza della portante variava da 215 a 280 m per passare attraverso la girofrequenza locale stimata in 1200 kHz.

La stazione ricevente sita a Torino nella sede dell'I.E.N., era costituita da un ricevitore SAFAR sintonizzato sulle varie frequenze di Radio Firenze II, con un'uscita in media frequenza a cui era collegato un oscillografo.

Le misure del grado di modulazione erano così fatte col metodo dell'inviluppo.

I diagrammi mostrano chiaramente come al variare della frequenza di Firenze II intorno alla girofrequenza il grado di modulazione (che a Firenze II era costantemente 80%) diminuiva notevolmente intorno alla girofrequenza raggiungendo persino il 25%.

A questo fenomeno è stato dato il nome per il momento, di Selfgirointerazione.

M. CUTOLO - Determinazione sperimentale delle curve di risonanza nel moto di elettroni nello strato E.

Partendo dall'equazione del moto di un elettrone in un gas, sotto l'azione di un campo magnetico uniforme e di campi elettrici variabili, V. A. BAILEY calcola il lavoro

medio compiuto dai campi elettrici su di un elettrone nell'intervallo fra due urti consecutivi dell'elettrone contro le molecole del gas. Il lavoro medio \bar{w} , compiuto sull'elettrone dal campo elettrico di un'onda elettromagnetica e successivamente ceduto in massima parte, e irreversibilmente dall'elettrone alle molecole del gas, è la causa dell'attenuazione subita dal campo stesso nell'attraversamento del gas ionizzato. Il coefficiente di assorbimento del mezzo K risulta proporzionale a \bar{w} . Intanto il lavoro \bar{w} incrementa l'energia cinetica dell'elettrone; ne risulta un incremento fra, il numero di urti tra elettroni e molecole. Se l'onda che attraversa il gas è modulata, il numero di urti tra elettroni e molecole fluttua col ritmo della frequenza di modulazione.

Segue che il coefficiente K varia anch'esso secondo il ritmo della modulazione assumendo il valore K_1 .

Se ora un'altra onda di frequenza diversa dalla prima, ma non modulata attraversa la stessa regione ionizzata essa subirà una attenuazione con coefficiente di assorbimento K_2 proporzionale al prodotto $N\nu$ dove N è il numero di elettroni per cm^3 e ν la frequenza di collisione.

Per effetto dell'onda modulata il valore di ν oscilla intorno al valore medio ν_0 con frequenza $n/2\pi$; K subisce oscillazioni proporzionali in ogni istante a quella di ν .

Si può quindi porre $K'' = K_0 \left(1 + \frac{\Delta\nu}{\nu_0} \sin(nt + \phi)\right)$. L'attenuazione totale subita dall'onda non modulata nell'attraversamento delle regioni ionizzate è espressa in nepel da: $a = \int_0^s K'' ds$, in cui l'integrale è esteso a tutto il percorso dell'onda non modulata entro la regione.

Sviluppando i calcoli e tenendo conto che $N\bar{w}\nu$ non sono costanti lungo il percorso dello strato perchè il mezzo non è omogeneo, si arriva alla conclusione che la modulazione impressa sull'onda (cross modulation) persistente è proporzionale a $\int_0^s N\bar{w}\nu$. Il

prodotto $N\bar{w}\nu$ chiamato indice di interazione è di notevole importanza, perchè esso fornisce una misura dell'entità del contributo delle singole zone ionosferiche al fenomeno dell'interazione. Conoscendo la struttura del mezzo ionizzato e applicando la statistica elettronica di MARTYN si ha il valore dell'indice di interazione in funzione di λ . Come si vede dai diagrammi di BAILEY si possono avere varie curve di risonanza nel moto degli elettroni allorquando si varia la frequenza delle stazioni modulate intorno alla frequenza giromagnetica locale. Esperienze condotte per la prima volta in Italia nei mesi di Giugno e Luglio 1949 e Maggio, Giugno, Luglio e Agosto 1950, hanno permesso di ricavare due delle curve di risonanza più importanti e precisamente quella a due massimi col minimo sulla girofrequenza e quella ad un sol massimo sulla girofrequenza.

Ha funzionato da stazione modulata Radio Firenze II della RAI (3300 watt) 230 kHz, modulazione 80%) la cui frequenza variava da m 225 a m 275 per passare intorno alla girofrequenza corrispondente a m 250.

Mentre Radio Taranto (630 o 690 m; 1 kW) ha operato da stazione non modulata, la sede dell'IEN, con opportuno dispositivo elettronico di misura ha agito da stazione ricevente.

I due massimi della curva Baetrian si sono avuti sulle onde di m 232 e m 272, mentre il picco della curva ad un massimo si è avuto sull'onda di m 247.

Di notevole importanza è l'osservazione che il % di modulazione impressa ha raggiunto il 10%.

M. CUTOLO - Determinazione sperimentale dell'intensità totale del campo magnetico terrestre dell'alta atmosfera.

Lo studio del campo magnetico terrestre va assumendo sempre maggiore interesse. Mentre da un lato esso o meglio le sue variazioni hanno notevole azione sulle radiocomunicazioni e sulla variazione cosmica, dall'altro permette di poter seguire l'attività solare; da una quindicina di anni gli studi hanno permesso di assodare che la causa delle variazioni diurne del CMT per $2/3$ o $3/4$ hanno origine esterna alla Terra. Dal comportamento della ionosfera alla propagazione delle onde elettromagnetiche si è giunti alla conclusione che le perturbazioni del CMT hanno sede nello strato E e cioè ad una altezza tra i 90 e i 120 km dalla superficie terrestre.

Segue da qui l'importanza della determinazione sperimentale dell'intensità totale del CMT nello strato E allo scopo di paragonare tale valore con quello esistente sulla superficie terrestre.

Il fenomeno della girointerazione contribuisce notevolmente alla determinazione dell'intensità totale del CMT nello strato E.

Infatti il metodo di Appleton può essere adoperato soltanto per lo strato E.

Mediante le esperienze di girointerazione è possibile ottenere una curva di risonanza nel moto degli elettroni con due massimi simmetrici rispetto alla frequenza giromagnetica locale. Poichè tali massimi si possono determinare con sufficiente approssimazione, la media di essi permette di ricavare la frequenza giromagnetica.

Determinata la frequenza giromagnetica fr si applica la relazione $fr = eH/2\pi m$, dove H è l'intensità totale del CMT all'altezza di 90 km dalla superficie terrestre, e ed m sono le costanti elettroniche.

Da tale equazione si ottiene che $H = 0,4245$ oersted. Questo valore è più piccolo di quello ottenuto sulla superficie terrestre ($H = 0,4477$ oersted) e che è calcolato con la formula di Smith.

Ulteriori indagini sperimentali sono in corso presso l'Università di Napoli.

M. CUTOLO - La girointerazione delle radioonde ottenute con il metodo degli impulsi.

Allo scopo di verificare i risultati delle esperienze di girointerazione eseguite nel 1946 in Italia, si è eseguito dal Febbraio al Luglio 1947 una nuova serie di esperienze in collaborazione con la Marina Militare. Funzionavano da stazioni ricercate le stazioni militari di Augusta (630 m, 1 kW antenna) e Taranto (1250 m, 1 kW antenna) e da ricevitori le stazioni di Venezia, La Spezia, Livorno e Roma (Sant'Alessandro).

Funzionava da perturbatrice Radio Napoli, la cui frequenza variava da 265 a 285 m. Per ovviare alla scarsissima potenza di Napoli (400-500 watt antenna) con la quale all'inizio è riuscito assai difficile percepire il fenomeno si è applicato a questa stazione il metodo degli impulsi. Le esperienze condotte con il metodo degli impulsi hanno confermato le mie previsioni perchè pur non essendo molto variata la potenza (400-500 watt) si stima che il transitorio è nell'interazione più efficiente di un'onda continua.

La girointerazione fu osservata spessissimo, talvolta durante un'intera ora di trasmissione, e molto facilmente, malgrado la notevole intensità dei disturbi atmosferici. Il numero delle osservazioni (circa 40) ottenute a Venezia, e spesso pure in Roma, è sufficiente per confermare chiaramente la girointerazione. Il fenomeno non fu mai osservato a Livorno ed a La Spezia, forse in dipendenza del fatto che i punti di riflessione delle onde delle stazioni ricercate erano troppo lontani dal cielo di Napoli. Le lunghezze d'onda dell'onda disturbatrice che hanno causato la girointerazione sono incluse tra 265 e 282 metri. La legge di variazione della frequenza della disturbatrice era di 4 in 4, di 2 in 2 e spessissimo di metro in metro.

Il comportamento del fenomeno era generalmente simile a quello osservato nel 1946 durante 3 ore di trasmissione.

Mentre nella prima ora la girofrequenza era bassa, circa 282 m, nella seconda ora diventerà più elevata, circa 272 m o meno, nella terza ora 265 m.

Come nel 1946, così nel 1947, l'interazione era più forte tra le 02,00 e le 03,00 ora locale e meno facilmente osservabile tra le 04,00 e le 05,00.

Gli esperimenti continuano con stazioni più potenti.

M. CUTOLO - Osservazione diurna di giroeffetto Lussemburgo ottenuta con onde verticali.

L'importanza via via crescente, dimostrata dai fenomeni d'interazione delle radioonde nella ionosfera, ha suggerito al Centro di Radiopropagazione e Radionavigazione di Napoli di approfondirne ancora lo studio.

Com'è noto, la radiointerazione offre un mezzo veramente efficace per indagare la struttura dello strato E. Il lavoro compiuto ricorrendo ad essa in Italia e in Inghilterra, nell'ultimo triennio, ha permesso di raccogliere elementi circa la composizione dello strato E, il numero di urti fra elettroni e molecole, la temperatura dell'aria all'altezza di circa 90 km dalla superficie terrestre, l'intensità totale del campo magnetico terrestre ed altre interessanti questioni.

Ma sino a questo momento l'indagine mediante la girointerazione si poteva compiere soltanto di notte e con esperimenti a grandi distanze. È facile intuire le difficoltà da superare per l'allestimento e l'esecuzione di esperienze su scala nazionale, come quelle effettuate nell'ultimo triennio.

Allo scopo di poter compiere una indagine più esauriente di giorno e di notte, si è pensato di fare il tentativo di ottenere l'interazione emettendo le onde in direzione verticale. Il vantaggio di un tale sistema risulta evidente, qualora si pensi che le tre stazioni (la ricercata, la ricevente e la perturbatrice) possono essere situate nella stessa località a breve distanza fra di loro (dell'ordine del kilometro), anziché a distanza di centinaia di chilometri.

Nonostante che le difficoltà da superare con l'incidenza verticale siano minori di quelle che si presentano in una esperienza a distanza, pur sono degni di segnalazione due ostacoli abbastanza rilevanti:

1) la relativa difficoltà di lanciare sulla verticale onde di notevole lunghezza (intorno ai mille metri);

2) l'azione del raggio diretto della stazione ricercata.

Il primo tentativo di ottenere l'interazione sulla verticale è stato eseguito a Napoli con risultato dubbio nel 1947. Un secondo tentativo, compiuto recentemente a Roma con mezzi più adatti, ha dato esito soddisfacente.

Mentre la stazione ricercata ($\lambda = 970$ m) si trovava a Santa Rosa (località a 12 km da Roma) e la perturbatrice era costituita dalla Radio Vaticana, la stazione ricevente, fornita di un radioricevitore SAFAR accordato sull'onda di 970 m, era collocata sulla terrazza del Ministero della Difesa, Marina.

L'azione del raggio diretto dell'onda di 970 m è stata attenuata con l'adozione di un'antenna a telaio di forma quadrata coi lati verticali ed orizzontali, disposta col suo piano perpendicolarmente alla direzione Santa Rosa-Roma. L'aereo di Santa Rosa era costituito da un'antenna Marconi bifilare con tratto orizzontale di 85 m, con coda di 15 m ed orientamento Est-Sud-Est. L'aereo della Radio Vaticana era invece formato da un tratto lungo 25 m, con una inclinazione di circa 50° sull'orizzonte.

Sono state eseguite in tutto sedici esperienze della durata complessiva di 32 ore, tra il 12 ed il 24 maggio 1949. Mentre Radio Santa Rosa emetteva la sola portante (circa 500 W), secondo linee della durata di 4 minuti intervallate da 2 minuti di pausa,

la Radio Vaticana trasmetteva onde modulate (200-250 Hz), la cui lunghezza variava da 248 m a 270 m, con una legge di variazione di 2 in 2 metri e secondo un piano orario prestabilito. La potenza stimata di Radio Vaticana era minore di 700 W.

Le esperienze sono state condotte tra le ore 11,30 e le 14,00 e tra le 19,30 e le 21,00. La frequenza giromagnetica a Roma, a 100 km dalla superficie terrestre, corrisponde alla lunghezza d'onda di 248 m. Sono state effettuate, nelle 32 ore di esperienze, 58 osservazioni di girointerazione di cui 38 attendibili. È stato osservato che la frequenza di risonanza variava con l'ora da 266 a 252 m. Precisamente si è notato che la girointerazione è prodotta intorno a mezzogiorno preponderantemente con le onde disturbatrici comprese tra 260 e 266 m, ed invece al tramonto con le onde comprese tra 250 e 254 m.

Il nuovo ciclo di esperienze ha permesso di raggiungere i seguenti risultati:

a) è possibile ottenere l'effetto Lussemburgo con risonanza (girointerazione) con incidenza verticale di radioonde nella ionosfera;

b) per la prima volta si è ottenuta di conseguenza la girointerazione di giorno (a mezzogiorno e al tramonto), cioè nei momenti critici della ionosfera.

Questo fatto permetterà in particolare di compiere indagini sullo strato E anche di giorno. Se si pensa alle difficoltà che si devono incontrare per effettuare operazioni di radiosonda di tale strato con onde lunghe, si deduce come il nuovo procedimento possa offrire un mezzo particolarmente efficace di esplorazione.

N. CARRARA (*Firenze*). — Esperienze di onde evanescenti.

È stata eseguita un'esperienza di rifrazione in cui le onde incidenti e riflesse sopra la superficie piana di separazione fra due mezzi dielettrici perfetti sono ambedue evanescenti, mentre l'onda rifratta è di tipo ordinario.

L'esperienza prova che anche in questo caso, in cui gli angoli di incidenza e di riflessione sono complessi, valgono le leggi di Snell e le formule di Fresnel.

N. CARRARA (*Firenze*). — Mezzi dispersivi che non presentano l'effetto Fizeau-Fresnel.

In alcuni mezzi dispersivi, le onde elettromagnetiche si propagano in tal modo che il prodotto della velocità di fase e della velocità di gruppo è eguale al quadrato della velocità della luce.

Si dimostra che per questi mezzi il trascinamento parziale è nullo, che l'esperimento di Michelson-Morley dovrebbe dare risultato nullo e che dovrebbe essere impossibile determinare, con esperimenti di questa specie, il moto di un sistema di riferimento rispetto al mezzo.

C. CASTAGNOLI, vedi pag. 67.

M. CECCARELLI e G. QUARENI (*Padova*). — Trasformazione del Potassio 40 per cattura K.

Nel 1937 C. F. v. WEIZSÄCKER prospettò l'ipotesi che il K^{40} oltre alla nota trasformazione $K \rightarrow Ca + e^-$ possa presentare quella $K + e^- \rightarrow A$ (cattura K) oppure $K \rightarrow A + e^+$, ammettendo inoltre che praticamente tutto l'A presente nell'atmosfera (A^{40}) abbia questa origine. Le due costanti di disintegrazione (in Ca ed in A) avreb-

bero, secondo il W., lo stesso ordine di grandezza. THOMPSON e ROWLANDS e poi BLEULER e GABRIEL tentarono di rivelare i processi di cattura K attraverso i raggi X che ne sono la conseguenza, e determinarono un rapporto $\lambda_K/\lambda_- = 3 \div 4$ e $\lambda_K/\lambda_- = 1,9$ rispettivamente. SUESS, e poi ALDRICH e NIER, ricercando invece l' A^{40} contenuto in minerali antichi di Potassio, conclusero che $\lambda_K/\lambda_- < 0,1$ e $\lambda_K/\lambda_- \sim 0,03$ rispettivamente.

Da misure sui raggi X derivanti dalla cattura K, effettuata con un contatore, in condizioni analoghe a quelle di BLEULER e GABRIEL, ma eliminando il fondo di raggi β con un campo magnetico, e riducendo quello di raggi cosmici con anticoincidenze, abbiamo ottenuto $\lambda_K/\lambda_- \leq 0,03$. Tale risultato porrebbe in dubbio lo schema di HIRZEL e WÄFFLER che collega la radiazione γ del K^{40} con la trasformazione in A. Altre esperienze a questo riguardo sono in corso.

M. CINI e L. RADICATI (Torino). — Su un'estensione del metodo variazionale di Schwinger.

Utilizzando la formulazione integrale della meccanica quantistica proposta da FEYNMANN ⁽¹⁾ si dimostra che l'ampiezza di probabilità per la transizione da uno stato iniziale $f(x, t)$ ad un altro stato $g(x, t)$ per effetto di un potenziale $A(x, t)$ funzione arbitraria dello spazio e del tempo, è stazionaria rispetto a variazioni arbitrarie piccole della funzione $\psi(x, t)$ che rappresenta lo stato del sistema che, trovandosi inizialmente nello stato f , è evoluto sotto l'effetto del potenziale A .

Quando il potenziale A è indipendente dal tempo, il principio variazionale precedente coincide con quello enunciato da SCHWINGER ⁽²⁾ ed utilizzato dalla sua scuola per la determinazione degli sfasamenti asintotici nei problemi d'urto.

⁽¹⁾ R. P. FEYNMANN: *Phys. Rev.*, **76**, 749 (1949).

⁽²⁾ J. SCHWINGER: *Phys. Rev.*, **72**, 742, (1947).

E. CLEMENTEL (Padova). — Urto neutrone-deutone.

Testo non pervenuto

L. COLLI, M. T. DE LEONARDIS, U. FACCHINI e E. GATTI (Milano). — Contatori proporzionali con moltiplicazione praticamente indipendente dalla tensione.

È stato studiato un contatore ad Argon di forma convenzionale, che può rivelare ionizzazioni interne corrispondenti ad energie superiori a 0,5 MeV, con una moltiplicazione dell'ordine di 1000.

La moltiplicazione, cioè l'ampiezza degli impulsi, non dipende apprezzabilmente dalla tensione applicata al contatore per un campo di valori di tensioni ampio oltre 1000 volt. La variazione percentuale degli impulsi è del 2 % circa per 100 V di variazione della tensione.

Tale contatore funziona in regime di corona e l'azione stabilizzatrice è dovuta alla carica spaziale presente in prossimità del filo. La presenza di un fondo, equivalente a circa 0,2 MeV, dovuto alle valanghe fotoelettroniche della corona limita il conteggio per basse energie.

L. COLLI, U. FACCHINI e E. GATTI (Milano). – Il meccanismo della scarica nei contatori ad Argon.

È stata studiata la forma degli impulsi dovuti a particelle α e β in contatori ad Argon di diversi diametri e con diverse pressioni.

Sono state rilevate le curve di moltiplicazione in zona proporzionale ed è stato studiato il comportamento dei contatori in zona Geiger e in zona di scarica a corona. Il meccanismo di funzionamento nelle zone citate si spiega completamente mediante i seguenti processi:

- 1) α di Townsend nella zona intorno al filo;
- 2) effetto fotoelettrico sul catodo determinato dai fotoni generati nella valanga sul filo;
- 3) variazione del campo elettrico sul filo dovuta alla formazione degli ioni + nella valanga di Townsend e alla loro successiva migrazione.

Sono stati messi in evidenza gli impulsi dovuti ai fotoelettroni estratti dal catodo ed è stato determinato il coefficiente f , numero di elettroni generati dal catodo per mezzo dei fotoni, per elettrone sul filo e si sono ottenuti valori dell'ordine di 10^{-3} .

Dai risultati sperimentali si ha inoltre che la fotoionizzazione nel gas non gioca nessun ruolo nella propagazione della scarica.

Nessuna evidenza sperimentale è stata ottenuta per il processo di estrazione di elettroni da parte degli ioni positivi sul catodo. La probabilità di tale processo risulta minore di 10^{-8} .

G. COLONNESE e A. NAPOLETANO (Napoli). – Ionosfera, meteorologia e frequenze critiche.

Questa comunicazione raggruppa le seguenti:

G. COLONNESE – Organizzazione e primi risultati delle esperienze eseguite in Italia sulla f.m.u.

Sono state eseguite anche delle esperienze allo scopo di determinare le f.m.u. (frequenze massime utilizzabili). Lo scopo era di verificare l'attendibilità delle previsioni ionosferiche per la zona del Mediterraneo centrale, basate sulle curve del C.R.P.L. (le quali non utilizzano affatto i dati forniti dagli osservatori italiani) e sui valori usuali dell'altezza h_0 , che permette di ottenere le f.m.u. per le trasmissioni ordinarie rispetto a quelle relative all'incidenza verticale.

Per condurre le esperienze si sono adoperati trasmettitori e ricevitori situati a distanze tali da escludere l'azione del raggio diretto, ma da non superare i 500 km.

Si sono calcolati i fattori delle f.m.u. per le distanze adoperate, usando la formula approssimata

$$(1) \quad x = \sqrt{1 + \frac{D^2}{4h_0^2}},$$

dove x è il fattore della f.m.u. (rapporto fra la f.m.u. per una distanza data, e la frequenza critica per incidenza verticale), D è la distanza in linea retta e h_0 è l'altezza del bordo dello strato F_2 .

Le trasmissioni di segnali sono state fatte su una banda di frequenze tale da andare da valori certamente inferiori a valori nettamente superiori alle f.m.u. così calcolate.

Oltre alla conferma dell'esistenza di un rafforzamento del segnale ricevuto in cor-

rispondenza di una data frequenza, e alla conferma che l'altezza dello strato F_2 aumenta durante le ore della notte, ecc., si sono ottenuti i valori più probabili per la nostra zona di h_0 , da introdurre nella formula (1) ove si considerino attendibili le curve del C.R.P.L.

I valori di h_0 differiscono un po' da quelli finora accettati. Si possono ottenere i valori delle frequenze sulle quali si ha l'intensità massima del segnale ricevuto, dando ad h_0 i valori indicati nella tabella seguente:

	ore del giorno	ore della notte	
Aprile e Maggio	da 270 a 310	da 338 a 350	chilometri
Giugno	da 318 a 358	da 330 a 400	chilometri

Per ottenere le frequenze in corrispondenza delle quali il segnale diventa impercettibile sembra che i valori convenienti di h_0 siano compresi tra 150 e 220 km.

A. NAPOLETANO — Correlazioni ionosforico-meteorologiche.

Si è cercata una correlazione tra il fenomeno di girointerazione (% del grado di modulazione) e la pressione al suolo nel punto d'incidenza utilizzando i dati della campagna di esperienze 1950. Sembra che il fenomeno della girointerazione venga percepito meglio allorchè la pressione è in diminuzione.

Più evidente è, invece, la correlazione tra altezza della superficie isobarica di 500 mb espressa in metri geopotenziali e il % del grado di modulazione nella girointerazione.

Il fenomeno si avverte meglio allorchè la superficie è in abbassamento. Questo risultato non è trascurabile: la registrazione del fenomeno nelle ore notturne potrebbe permettere di prevedere con notevole precisione e con un anticipo, anche di 12 ore, la fluttuazione della superficie equipotenziale di 500 mb.

L'acquisizione di questo elemento con forte anticipo costituisce un fattore di rilevante importanza nella navigazione altimetrica.

A. NAPOLETANO — Influenza delle condizioni meteorologiche sulla propagazione delle onde radio nella troposfera.

Si esaminano dal punto di vista meteorologico i dati relativi al valore dell'intensità del campo nelle esperienze per il collegamento con ponte radio su di un percorso non ottico.

Si rileva che i fattori meteorologici determinano variazioni nella rifrazione atmosferica, e, quindi, variazione della intensità del campo.

Si riscontrano variazioni diurne nel livello del campo dalle quali si deduce la esistenza di variazioni stagionali.

Durante le notti serene e calme la forza del segnale presenta dei picchi. Ciò lascia pensare che condizioni atmosferiche stabili accentuino la curvatura dell'onda verso la terra lungo il percorso.

Si è accertato che venti forti di gradiente danno luogo a fluttuazioni della intensità del campo dell'ordine di un minuto.

Si è notato che la formazione di nebbia da irraggiamento lungo il percorso dà luogo ad attenuazione della forza del segnale, attenuazione che scompare allorché la nebbia incomincia a dissolversi. Sembra, altresì, che con nebbie di differente origine, più persistenti, si abbia un segnale più alto.

Più evidente è risultata la connessione tra variazione del segnale e situazione frontologica: il passaggio lungo il percorso di un fronte caldo, seguito da settore caldo, determina una diminuzione lenta del segnale, che, poi, aumenta rapidamente al passaggio del fronte freddo. Il passaggio di un'occlusione sembra determinare una diminuzione del segnale.

In genere a situazioni anticicloniche corrispondono segnali alti purché non vi sia formazione di nebbia da irraggiamento al mattino.

Le osservazioni fatte riguardano un percorso quasi completamente marittimo. Si fa notare che la trasmissione potrebbe avere un andamento diverso se il percorso fosse tutto terrestre o, parte terrestre e parte marittimo.

Si richiama l'attenzione sulla utilità che riveste per le radiocomunicazioni con onde corte lo studio sistematico dell'influenza dei fattori meteorologici.

M. CONVERSI (*Roma*). Esperienze sulle componenti mesonica e protonica della radiazione cosmica a varie altezze sul l.d.m. e a diverse latitudini.

Si descrive un dispositivo atto a rivelare separatamente (mediante l'uso simultaneo di coincidenze ritardate e di anticoincidenze tra i vari gruppi di contatori di Geiger) i mesoni ordinari e i protoni che vengono frenati in un « assorbitore » di grafite o di zolfo dopo aver attraversato un certo spessore di Pb. L'interpretazione dei risultati di misure eseguite a diverse latitudini e a varie altezze sul l.d.m. con differenti spessori di Pb suggerisce quanto segue: 1) il numero assoluto di mesoni ⁽¹⁾ di *range* intorno a 100 g/cm² di aria equivalente che giungono al l.d.m. in direzione verticale è 5.2 ± 0.3 al s · g · sterad; 2) lo spettro differenziale dei mesoni (positivi e negativi) in prossimità del l.d.m. è sensibilmente piatto per i mesoni di *range* inferiore a ~ 200 g/cm² di aria equivalente; 3) per energie comprese tra alcune decine di MeV e $\sim 1/2$ GeV si riscontra al l.d.m. un eccesso di mesoni positivi (intorno al 20%) che sembra crescere lentamente con l'energia dei mesoni osservati; 4) l'eccesso positivo dei mesoni aventi *range* di ~ 100 g/cm² di aria equivalente cresce press'a poco di un fattore 2 tra il l.d.m. e 9150 m; 5) la curva di decadimento ottenuta dall'osservazione a 9150 m sul l.d.m. di circa 1600 mesoni a fine *range*, corrisponde a una vita media di 2.09 ± 12 μ s, in ottimo accordo con il valore 2.13 ± 05 μ s ottenuto al l.d.m., con lo stesso apparecchio attraverso l'osservazione di oltre 10000 mesoni; 6) tra 10000 m e il l.d.m. il numero dei mesoni aventi *range* di ~ 100 g/cm² di aria equivalente decresce con la profondità atmosferica h come $\exp(-h/L)$, con $L = 280 \pm 10$ g/cm²; 7) a 9150 m sul l.d.m. il numero dei mesoni aventi *range* di 100 g/cm² di aria equivalente cresce di 1.9 ± 0.14 tra l'equatore geomagnetico e 60° Nord; 8) al di sopra di ~ 5000 m sul l.d.m. particelle stabili, interpretate come protoni *secondari* di energia intorno a $1/2$ GeV, vengono registrate in numero assoluto (per g) paragonabile al corrispondente numero di mesoni; 9) la dipendenza dall'altezza di tali protoni si può solo assai grossolanamente rappresentare come $\exp(-h/L)$ con $L = 150$ g/cm²; in realtà il numero di tali protoni cresce più rapidamente nella bassa che nell'alta atmosfera, indicando che l'equilibrio tra protoni primari e secondari non è ancora raggiunto a 10000 m; 10) a

(1) Intendasi, qui e nel seguito, *mesoni ordinari* e *mesoni μ* .

9150 m sul l.d.m. il numero di tali protoni cresce di 3.2 ± 0.5 tra l'equatore geomagnetico e 50° Nord, ma per latitudini maggiori (tra 50° e 64° Nord) tale numero sembra mantenersi pressochè costante.

Una descrizione dell'apparato e una discussione dei risultati ottenuti sono reperibili sul fascicolo del 1° Settembre 1950 della rivista *The Physical Review*.

D. CUNSOLO, vedi pag. 73.

M. CUTOLO (Napoli). — Radiazione cosmica e strato F_2 ; statistica elettronica e struttura dello strato E.

Questa comunicazione riassume le seguenti:

M. CUTOLO — Statistica elettronica e struttura dello strato E.

Come è noto, la regione più bassa della ionosfera, detta strato E, è la meno conosciuta per la quasi impossibilità di fare indagini mediante i noti sistemi di radiosondaggio. Fortunatamente la scoperta della interazione delle onde elettromagnetiche nella ionosfera ha permesso da pochi anni a questa parte di cominciare lo studio della struttura della suddetta regione. Infatti è stato dimostrato teoricamente e sperimentalmente che l'interazione avviene fra i 75 ed i 95 km di altezza dalla superficie terrestre. Si è potuto così finora accertare che lo strato E esiste anche di notte, contrariamente a quanto si riteneva sino a qualche anno fa, ed è costituito fra l'altro anche da elettroni. Le esperienze di VAN DER POOL, HUXLEY, RATCLIFFE e CUTOLO hanno permesso di confermare che nella regione suddetta esiste aria, probabilmente a temperatura ordinaria.

La determinazione sperimentale delle curve di risonanza, nel moto degli elettroni dello strato E, curve di risonanza ricavate recentemente dall'Autore e collaboratori, hanno permesso di decidere che la densità elettronica N e la frequenza di collisione ν tra elettroni e molecole neutre è quella suggerita da D. F. MARTYN nel 1933, e cioè $N = 10^6 \cdot \exp[y \cdot 10^{-3}]$ elettroni per m^3 e $\nu = 1,1 \cdot 10^6 \cdot \exp[-y \cdot 10^{-4}]$ urti/s, dove y è l'ordinata verticale verso l'alto misurata in metri a partire da una superficie sferica concentrica alla superficie terrestre e distante circa 90 km da questa.

Recenti esperienze di HUXLEY nello strato E hanno determinato che il valore approssimato di ν è di $6 \cdot 10^5$ nell'ipotesi che la temperatura e la composizione dell'aria verso i 90 km di altezza siano all'incirca le stesse di quelle alla superficie terrestre. Tuttavia esperienze di laboratorio eseguite dallo stesso HUXLEY mostrano invece che per l'aria $\nu = 1,2 \cdot 10^6$.

Si pensa che il disaccordo sarebbe minore se nella regione dell'interazione vi fosse ossigeno allo stato atomico.

M. CUTOLO — Radiazione cosmica e strato F_2 .

Quasi tutti i fisici ritengono che la regione più alta della ionosfera detta strato F_2 (sita all'altezza di $300 \div 400$ km dalla Terra) abbia una natura propria diversa da quella degli altri strati. Precisamente si ritiene che la sua origine non sia dovuta all'azione fotoelettrica del sole.

Infatti il CHAPMAN ha dimostrato teoricamente che se la ionizzazione fosse prodotta dal Sole essa sarebbe sensibilmente inferiore a quella che si ottiene sperimentalmente mediante i radiosondaggi.

Si è notato inoltre che al momento di una eclissi la ionizzazione di F_2 resta quasi immutata al contrario di quanto succede nelle regioni E ed F_1 , dove la ionizzazione diminuisce rapidamente. Di più APPLETON ha ricavato sperimentalmente che la variazione della ionizzazione non è affatto la stessa durante il corso di 11 anni per F_2 come per E ed F.

Da tutto ciò e da altri fatti che qui per brevità si omettono ci si convince che la causa di ionizzazione dello strato F_2 non è dovuta soltanto al Sole ma che l'eccesso deve essere attribuito anche ad altri agenti.

Varie ipotesi sono state proposte per ricercare questo eccesso di ionizzazione. Qualcuno pensa che questo eccesso sia prodotto da corpuscoli elettrizzati o neutri emessi dal Sole.

Fra le tante supposizioni avanzate di cui in sostanza non si è potuto ancora dare conferme sperimentali, l'Autore pensa che la più semplice causa di ionizzazione che integri quella prodotta dal Sole (che come abbiamo detto è insufficiente per spiegare l'elevata densità elettronica dello strato F_2) si potrebbe attribuire alla radiazione cosmica di cui si conosce ormai benissimo l'esistenza e i cui componenti, in particolare i protoni, posseggono energie elevatissime. Delle due teorie per spiegare l'origine della radiazione cosmica quella che si presterebbe di più sembra essere la teoria di Alfvén.

Si è propensi a prendere in considerazione l'azione della radiazione cosmica in seguito a talune considerazioni, quali le misure effettuate da MILLIKAN, la notevole differenza di potenziale complessiva esistente fra la ionosfera e la superficie terrestre (circa 400 000 volt) e una certa relazione che sembra esistere fra l'intensità della radiazione cosmica ed il fenomeno della girointerazione.

A tal proposito sembra che il fenomeno della interazione sia più debole di intensità all'aumentare della radiazione cosmica.

Recentemente Y. SEKIDO ha studiato in Giappone le relazioni multiple fra i raggi cosmici, la densità elettronica massima dello strato F_2 e la componente orizzontale H del campo magnetico terrestre, ed ha trovato che il rapporto fra la variazione della densità elettronica di F_2 ed il campo H è più accentuata quando si tiene conto delle relazioni multiple fra le tre quantità.

Fervono preparativi presso il Centro Studi della Università di Napoli per effettuare esperienze sull'argomento.

M. CUTOLO e M. MOTZO (Napoli). — **Macchie solari e girointerazione.**

Questa comunicazione raggruppa le seguenti:

M. MOTZO — **Influenza dell'azione solare sulla penetrazione delle onde elettromagnetiche nello strato E.**

Si era notata, durante le esperienze del Giugno-Luglio 1949, una correlazione tra l'andamento del fenomeno di girointerazione e l'attività solare, consistente nel fatto che quando il numero di Wolf saliva al di sopra di un certo valore, il rilievo, che allora si tentava, della curva di risonanza a due gobbe diventava impossibile.

M. CUTOLO aveva in conseguenza pensato che l'aumento di ionizzazione (e in corrispondenza l'aumento dell'indice N_{F_2} ⁽¹⁾) producesse un allontanamento dei due massimi della curva dalla frequenza giromagnetica locale, così che la curva sarebbe uscita fuori dalla gamma delle frequenze esplorate.

Si era pensato che una convalida di ciò si sarebbe trovata qualora, mettendosi nelle condizioni sperimentali (lunghezza d'onda delle stazioni ricercate e disturbatrice e posizione relativa di esse) nelle quali per una normale attività solare si sarebbe otte-

nuta una determinata curva di risonanza, si fosse constatato, per una notevole variazione del numero di Wolf, il passaggio da questa prima curva ad un'altra (in corrispondenza di quelle teoriche del BAILEY).

Ciò si è sperimentalmente verificato durante le ultime esperienze del Luglio 1950. Infatti, in condizioni sperimentali identiche a quelle dell'anno precedente, in seguito a variazione del numero di Wolf, si è ottenuto a volte il rilievo di una curva a due gobbe (come durante le esperienze dell'anno passato) e a volte, in corrispondenza a numeri di Wolf molto più bassi, il rilievo di una curva ad un solo massimo; il quale si trova circa in corrispondenza alla girofrequenza. Tale curva ad un solo massimo corrisponde a quella calcolata dal BAILEY per una penetrazione nella ionosfera di 4 km, o meno, mentre quella a due massimi corrisponde a quella calcolata per una penetrazione di 5 km.

Inoltre già dai diagrammi rilevati durante le esperienze del 1949 si era notato che, in corrispondenza a numeri di Wolf relativamente più alti, la curva a due gobbe ha i due massimi meno spiccati, mentre, in corrispondenza a numeri di Wolf più bassi, ha i due massimi molto spiccati. Se ne può dedurre che nei giorni in cui il numero di Wolf superava un certo valore l'aumento dell'indice N_{vw} era tale da provocare già un passaggio dall'interazione con risonanza verso quella senza risonanza.

Da questo insieme di fatti si potrebbe concludere che l'influenza dell'attività solare (numero di Wolf) sull'indice N_{vw} è tale da innalzare od abbassare il punto di riflessione delle onde elettromagnetiche, attraverso l'innalzamento o l'abbassamento di tale indice N_{vw} .

(⁴) Dove N è il numero degli elettroni/m³; v il numero degli urti/s; \bar{w} il lavoro medio compiuto sull'elettrone del campo elettrico dell'onda nell'intervallo tra due urti consecutivi.

M. CUTOLO - Macchie solari e girointerazione.

Durante le esperienze effettuate in Italia nel 1948 e 1949 sulla girointerazione è stato notato per la prima volta una decisiva influenza delle macchie solari sul fenomeno.

Infatti nel 1948 furono eseguite dodici notti di esperienze tra il 12 Maggio e il 9 Giugno. Soltanto in sette notti fu possibile misurare la cross modulation e precisamente nel giorno in cui il numero di Wolf aveva un valore medio intorno a 150.

Nel 1949 furono eseguite tra il 18 Giugno e il 15 Luglio 14 notti di esperienze durante le quali il fenomeno fu misurato soltanto 9 volte e cioè nei giorni in cui il numero di Wolf era 114, compreso fra 90 e 130.

Negli altri giorni quando il numero di Wolf era superiore ai valori suindicati, il fenomeno non si manifestava affatto, mentre invece è stato molto intenso quando scendeva al disotto di 90.

La presenza e l'intensità del fenomeno dipendevano oltre che dal numero di Wolf, dalla sua variazione giornaliera, anche se questa era piccola.

L'esistenza del fenomeno col numero di Wolf basso è spiegabile in quanto l'azione delle macchie solari non altera le condizioni della ionosfera adatta per generare il fenomeno; quando invece il numero di Wolf aumenta, le probabili variazioni del campo magnetico terrestre e l'aumento della densità elettronica che le macchie solari possono provocare, potrebbero alterare le condizioni dello strato E necessarie secondo la teoria di V. A. BAILEY per la generazione della girointerazione.

La causa che attribuirebbe la scomparsa del fenomeno alle variazioni del campo magnetico terrestre è da scartare in quanto la variazione dovrebbe essere di un decimo di oersted per spostare la girofrequenza di più o meno 200 kHz dal suo valore normale

di 1200 kHz in modo da uscire dalla gamma di frequenze esplorate durante l'esperienza. Come risulta dalle registrazioni effettuate nel periodo interessato dall'Osservatorio di Chambon la Forêt, le variazioni sono state tutte al più di centesimi di gamma.

La teoria della girointerazione dimostra, che a seconda della penetrazione nello strato E dell'onda ricercata, si possono avere (quando si varia la frequenza della portante della stazione perturbatrice intorno alla girofrequenza locale) in corrispondenza di determinata densità elettronica e di frequenza di collisione varie curve di risonanza. Se la penetrazione dell'onda ricercata supera i 4 km si ha una curva di risonanza a due massimi. Se la penetrazione supera i 5 km i due massimi si allontanano appiattendosi sino ad annullarsi provocando la scomparsa della risonanza nell'interazione. Poichè con l'onda ricercata di 465 kHz da noi sempre adoperata si è avuta la curva a due massimi è logico pensare che l'aumento di densità elettronica certamente provocato dall'incremento dell'attività solare abbia allontanato i massimi della curva di risonanza appiattendoli come se apparentemente l'onda fosse penetrata al disopra dei 5 km.

L'allontanamento e l'appiattimento dei massimi ha ridotto a tal punto la risonanza nell'interazione da impedire l'osservazione del fenomeno con una potenza della stazione perturbatrice di circa 5 kW.

L'allontanamento dei massimi e il loro appiattimento sarà stato tale da aumentare la depressione della curva Bactrian e da uscire fuori delle gamme di frequenza esplorate, le quali così sono rimaste comprese proprio nella depressione. Pertanto il fenomeno si è così indebolito da non poter essere più osservato con una potenza perturbatrice adoperata di pochi kW.

Le esperienze di girointerazione in Italia nel periodo Maggio-Agosto 1950 hanno permesso di confermare che effettivamente quando il numero di Wolf aumenta si ottiene l'allontanamento dei massimi della girofrequenza. Infatti mentre il giorno 20 Maggio 1950 adoperando la solita frequenza ricercata di 435 kHz e facendo variare la stazione radio Firenze II da m 225 a m 280 si sono ottenuti i due massimi della curva di Bactrian rispettivamente all'incirca su m 232 e 272, nelle notti susseguenti in cui era aumentato il numero di Wolf il fenomeno non è stato percepito.

Pertanto s'è iniziata la variazione della frequenza della perturbatrice da $\lambda = m 210$. Si è così potuto vedere in più giorni di esperienze che il massimo inferiore si è spostato a seconda del numero di Wolf da 232 a 217 m ed addirittura anche a 215 m.

J. H. DAVIES, C. FRANZINETTI e D. H. PERKINS (Bristol). — Sulle disintegrazioni prodotte da primari ionizzanti di grande energia, associate con sciami di particelle relativistiche.

Sono state studiate disintegrazioni prodotte da particelle ionizzanti della radiazione cosmica in emulsioni fotografiche esposte a 23000 metri sul livello del mare. Le statistiche che saranno presentate, sono state compilate su più di 1000 disintegrazioni selezionate fra quelle associate con sciami di particelle di « ionizzazione minima ». I risultati sperimentali ottenuti riguardano:

a) Distribuzione angolare delle particelle di « ionizzazione minima » rispetto alla direzione della particella primaria che le ha generate. Da lavori precedenti (CAMERINI *et al.*: *Phil. Mag.*, May, 1950) si può valutare che tali particelle consistono di una miscela di mesoni ($\sim 75\%$) e di protoni ($\sim 25\%$).

b) Distribuzione angolare delle particelle aventi un potere ionizzante compreso fra 1,5 e 5 volte quello minimo. Si valuta (CAMERINI *et al.*, loco cit.) che siano costituite principalmente da protoni e in percentuale più piccola da particelle più pesanti (deuteroni, tritoni, ecc.).

c) Distribuzione angolare dei primari rispetto alla verticale. Tale distribuzione mostra una marcata perdita delle tracce fortemente inclinate rispetto al piano dell'emulsione. Assumendo che i primari siano distribuiti isotropicamente per lo meno fino ad angoli di $\sim 70^\circ$ dalla verticale (come la distribuzione ottenuta selezionando primari contenuti nel piano dell'emulsione sembra indicare), si può calcolare il fattore correttivo da introdurre nelle statistiche riguardanti la frequenza relativa delle disintegrazioni prodotte da primari ionizzanti e neutri.

d) Misure sulla molteplicità degli sciami di particelle di « ionizzazione minima » e di « sparpagliamento angolare medio » eseguite su eventi prodotti da primari di energia nota.

I risultati sperimentali sono discussi con particolare riguardo ai seguenti punti:

α) Influenza dello scattering attraverso la materia nucleare sulla distribuzione angolare delle particelle di ionizzazione minima. Il confronto delle distribuzioni angolari di sciami di eguale molteplicità, associati a disintegrazioni di atomi pesanti dell'emulsione (Ag, Br) e leggeri (principalmente C, N, O, H) mostra che le prime sono più larghe delle seconde. L'origine di tale differenza è discussa in base ai differenti meccanismi di produzione dei mesoni e si tenta una valutazione dell'angolo medio di scattering dei mesoni in seguito agli urti subiti nella materia nucleare prima di uscire dal nucleo dove sono stati generati.

β) Confronto dei risultati sperimentali con le predizioni delle teorie di produzione dei mesoni.

γ) Spettro energetico e distribuzione angolare nel sistema del baricentro della collisione. *Nell'ipotesi di una produzione multipla*, almeno per sciami di molteplicità non troppo elevata, la maggior parte dei mesoni verrebbero prodotti nella prima collisione del primario con i nucleoni del nucleo colpito. Quando si conosca l'energia del primario, quella del secondario e l'angolo fra i due, una trasformazione di Lorentz permette di calcolarne le corrispondenti grandezze nel sistema del baricentro della collisione. Misure effettuate su 40 eventi disponibili indicano che *se la produzione dei mesoni è multipla*, lo spettro energetico converge come $1/\gamma^n$ ($n = 2 \pm 0,5$), $\gamma = 1/\sqrt{1 - \beta^2}$, (β = velocità del mesone in unità c) per alte energie, ha un massimo per $\gamma \sim 1,5$ e decresce ancora per basse energie.

δ) Produzione dei mesoni e molteplicità. Misure eseguite su disintegrazioni provocate da primari sufficientemente lunghi da consentire la misura della loro energia, forniscono indicazioni sulla relazione tra molteplicità media degli sciami di mesoni e energia del primario. Nota questa relazione e noto lo spettro di produzione dei mesoni nel sistema del baricentro, è possibile valutare il grado di inelasticità ⁽¹⁾ delle collisioni che conducono alla produzione dei mesoni. Tale valutazione è stata fatta per diversi tipi di spettri energetici.

⁽¹⁾ Si intende per « grado di inelasticità » il rapporto fra l'energia totale dei mesoni prodotti in una collisione e la massima energia disponibile nella collisione stessa.

M. T. DE LEONARDIS, vedi pag. 81.

M. DI JORIO (Firenze). — Nuove ricerche sulle leggi fondamentali della propagazione delle onde.

Nella Prima Parte richiamiamo l'equazione di Kirchhoff. Nella Seconda Parte dimostriamo come questa equazione non possa calcolare la propagazione elettromagne-

tica nell'interno di una superficie chiusa, poichè, assegnata sopra questa superficie la funzione (e la derivata normale), in generale è anche determinata la derivata normale (o rispettivamente la funzione). Stabiliamo il *teorema della corrispondenza biunivoca*, fondamentale nella propagazione ondosa. Consideriamo un'equazione generale di Kirchhoff, e ne facciamo un'applicazione che permette di calcolare completamente la propagazione da una parte di un piano, supponendo nullo il contributo dell'infinito. Otteniamo due formule risolutive, e dimostriamo che la formula di Lüneberg è un caso particolare dell'equazione di Kirchhoff. Troviamo che sopra una parte del piano non possono essere insieme nulle la funzione e la derivata normale; perciò la teoria classica elementare, che ammette che ciò sia possibile, è approssimata. Con le funzioni di Green possiamo eliminare nell'equazione di Kirchhoff l'espressione della derivata normale o della funzione. Nel caso del piano otteniamo ancora le formule risolutive già trovate. Esponiamo il principio di Huygens-Fresnel generalizzato. La Parte Terza contiene alcune ricerche sulla soluzione regolare generale come combinazione lineare di onde di tipo assegnato. Lo studio di date soluzioni regolari fa sorgere il concetto che una combinazione lineare di onde di tipo assegnato, se può dare *tutte le possibili* regolari distribuzioni sopra una superficie chiusa, rappresenta la soluzione regolare generale nell'interno della superficie stessa. Otteniamo l'equazione di condizione che determina gli elementi della combinazione lineare. Trasformiamo l'integrale di Kirchhoff in una combinazione lineare di onde piane normali, ed esponiamo una ricerca sull'equazione di condizione sotto forma di integrale di Fourier. Se le coordinate sono cartesiane abbiamo il caso particolare di un piano. La combinazione lineare risultante rappresenta però solo una soluzione particolare. Esaminiamo alcuni studi recenti compiuti in proposito da DURAND e TORALDO. Non sembra che una formula proposta dal DURAND, e un principio, chiamato da TORALDO *principio dell'interferenza inversa*, siano pienamente soddisfacenti e utili. Indichiamo un metodo per ottenere direttamente le soluzioni di Fourier.

A. DRIGO (*Ferrara*). — I risultati di alcune ricerche di ferromagnetismo nel quadro della teoria dei domini.

È noto che talune caratteristiche della curva di magnetizzazione di una sostanza ferromagnetica si possono spiegare solo in base alle modalità che regolano la suddivisione di questo in domini. Ciò porta a prevedere, tra l'altro, che campioni ferromagnetici, di cui una dimensione almeno sia comparabile con quelle dei domini, si comportino in modo diverso da quello che caratterizza i materiali massicci.

KITTEL, per via teorica, ha fissato intorno a $10^{-5} \div 10^{-6}$ cm le dimensioni intorno alle quali avviene questo cambiamento di proprietà, legato essenzialmente al fatto che, al di sotto di certe dimensioni, riesce impossibile lo spostamento del muro di Bloch.

Negli ultimi anni l'Autore e i suoi collaboratori hanno studiato sperimentalmente, sotto questo punto di vista, il comportamento di lamine di Fe, Co e Ni, di spessori compresi tra 10^{-4} e 10^{-7} cm. È stato esaminato come si modificano, al diminuire dello spessore: a) il fenomeno di Barkhausen; b) la curva di magnetizzazione e quella di smagnetizzazione; c) le figure di Bister-Elmore, relative alla struttura a domini immediatamente sottostante alla superficie della lamina; d) la magnetoresistenza in campo longitudinale e trasversale.

I risultati di questi quattro gruppi di esperienze concordano nel mostrare una netta modificazione quando lo spessore delle lamine scende al di sotto di 10^{-5} cm. Un esame comparativo dei vari risultati consente inoltre di ricavare qualche notizia sui

processi elementari cui va attribuita la magnetizzazione osservabile ai diversi spessori.

L'Autore mostra ora come i risultati ottenuti in queste ricerche possano inquadrarsi nella attuale teoria dei domini, e quale sia la corretta interpretazione che si deve dare a taluni di questi risultati, come, ad es., quelli concernenti l'effetto Barkhausen, in base alla suddetta teoria.

A. DRIGO, M. PIZZO e M. SPEROTTO (Ferrara). — Contatori a scintillazione con grandi volumi sensibili, realizzati con liquidi fluorescenti.

Per rivelare, con i contatori a scintillazione, radiazioni a bassa ionizzazione specifica e molto penetranti è necessario, come è noto, che il fosforo del contatore abbia notevole estensione: viceversa, per varie ragioni, non è possibile superare dimensioni di qualche centimetro quando si impieghino cristalli fluorescenti.

La difficoltà può essere superata ricorrendo a particolari liquidi fluorescenti coi quali si possono realizzare « fosfori » perfettamente omogenei e trasparenti di molto maggior volume. Ricerche in tale senso sono state iniziate dagli autori già da qualche mese, nell'Istituto di Fisica della Università di Ferrara, ed è stata esaminata tutta una serie di liquidi puri e di soluzioni in essi di particolari sostanze.

La ricerca viene compiuta con fotomoltiplicatori 931A, usati singolarmente o messi in coincidenza per ridurre il disturbo di fondo. La luce di scintillazione viene raccolta direttamente, oppure mediante particolari tubi di luce in Plexiglas, che consentono di allargare notevolmente la estensione utile del fosforo. Per eccitare questi contatori sono stati usati i raggi gamma più penetranti del Radio, e raggi X da 50 kV a 180 kV.

Le ricerche fino ad ora compiute hanno consentito di misurare per le varie sostanze sperimentate l'efficienza relativa, cui è legata l'ampiezza dell'impulso di scintillazione, e la durata della scintillazione. Nello stesso tempo è stato sperimentalmente provato che, ricorrendo a particolari circuiti, si possono realizzare coi contatori a scintillazione così formati, dei dispositivi a coincidenze il cui potere risolutivo è limitato dalle caratteristiche del circuito, ma non da quelle del contatore.

La possibilità di estendere la applicazione di questi dispositivi alla rivelazione dei raggi cosmici è stata pure provata sperimentalmente.

A. ERTAUD (Fontenay-aux-Roses). — Mesure de la température des neutrons dans le réflecteur de la pile de Chatillon.

On utilise la méthode de transmission, avec un absorbeur en $1/v$ et un détecteur en $1/v$. Si on suppose que la distribution des neutrons est répartie autour d'une énergie moyenne suivant une loi de Maxwell, la mesure de

a) l'activité à saturation du détecteur seul;

b) l'activité à saturation du détecteur placé entre deux plaques d'absorbeur connu suffit théoriquement à déterminer la vitesse la plus probable de la distribution.

Si A/A_0 est le rapport de transmission, on montre que

$$(1) \quad A/A_0 = \frac{4}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\infty} x^2 \exp[-x^2] E_2\left(\frac{v_a}{v_0 x}\right) dx;$$

v_a étant la vitesse d'absorption de l'absorbeur, v_0 la vitesse cherchée et

$$E_2 \left(\frac{v_a}{v_0 x} \right) = \int_1^{\infty} \exp - \frac{v_a U}{v_0 x} \frac{dU}{U^2}.$$

La résolution de l'équation (1) donne v_0 .

On est donc ramené en pratique à mesurer l'activité d'un détecteur irradié dans la région à explorer, soit seul soit entre 2 plaques absorbantes. Chaque mesure est rapportée à un détecteur témoin pour tenir compte de la perturbation de densité causée par les absorbeurs. Une étude de cette perturbation a été faite.

De plus, il est nécessaire de faire une correction due à l'existence d'une queue de distribution en $1/E$ par effet Cadmium. Pour ceci on suppose qu'on peut décomposer la distribution en une partie principale maxwellienne, une partie secondaire avec une répartition en $1/E$. Les mesures d'effet Cadmium, compte tenu de la variation de section efficace du Ce, permettent alors d'avoir une idée complète de la distribution. Un tableau résume tous les résultats obtenus sur la pile de Chatillon.

U. FACCHINI e E. GATTI (Milano). — Misura delle energie delle particelle α e H^3 della reazione $Li^6(n, \alpha)H^3$.

Uno strato di LiF è posto insieme ad uno di U in una camera di ionizzazione a griglia.

La camera è posta in una cavità di paraffina ed irraggiata con neutroni termici.

Gli impulsi in uscita alla catena di amplificazione collegata alla camera sono inviati ad uno spettrografo di impulsi a 99 canali col quale si rilevano gli spettri di lunghezza.

L'elettronica è stata particolarmente curata perchè non avvenissero distorsioni di ampiezza nell'amplificazione degli impulsi che presentano tempi di salita assai diversi tra di loro a causa dei differenti range delle particelle che li generano. Un controllo in questo senso è stato fatto rilevando lo spettro degli impulsi a due pressioni diverse: ciò modificava i range delle particelle e influenzava direttamente i tempi di salita.

I due gruppi delle α dell' U hanno servito a tarare in energia lo spettrografo di impulsi. Le energie misurate sono $E_\alpha = 1,973 \pm 0,018$ MeV, $E_{H^3} = 2,72 \pm 0,011$ MeV, e la energia di reazione, calcolata in base a $E_\alpha Q = 4,604 \pm 0,042$ MeV, in base a $E_{H^3} Q = 4,76 \pm 0,019$ MeV. In definitiva: $Q = 4,73 \pm 0,05$.

U. FACCHINI, vedi pag. 72, 81, 82.

J. FAINBERG, vedi pag. 94.

G. FIDECARO, vedi pag. 68.

S. FRANCHETTI e M. GIOVANNONZI (Firenze). — Sparpagliamento laterale degli sciami prodotti sotto materiale pesante.

Si espongono alcuni risultati di calcoli numerici che sono stati eseguiti allo scopo di rendere confrontabile con l'esperienza la teoria dello sparpagliamento laterale degli sciami, nel caso di sciami uscenti sotto materiali densi (Piombo). Si tratta in sostanza di rendere applicabile la teoria (sia pure in maniera approssimativa) al caso di angoli di sparpagliamento non sempre piccoli, col tener conto dell'effettivo percorso degli elettroni nel materiale pesante.

C. FRANZINETTI, vedi pag. 88.

W. FUCKS (*Aachen*). — **Ionensonden.**

Testo non pervenuto.

S. GALLONE e C. SALVETTI (*Milano*). — **Influenza dei cammini liberi medi dei neutroni veloci nei problemi di moltiplicazione.**

Si studia l'influenza del libero cammino medio finito dei neutroni veloci sul termine di sorgente e su quello di moltiplicazione nel problema di un mezzo moltiplicante contenente una sorgente artificiale di neutroni.

Il metodo consiste nell'introdurre una distribuzione di neutroni veloci « di prima collisione » del tipo $\sim \exp[-kr/r^2]$. L'influenza di questa correzione sulle soluzioni della « age theory » viene studiata mediante sviluppi in integrale di Fourier delle soluzioni stesse.

Queste soluzioni sono più rigorose di quelle ricavate con considerazioni più elementari in un precedente lavoro, in particolare per ciò che concerne il comportamento asintotico.

E. GATTI, vedi pag. 81, 82, 92.

E. GERMAGNOLI, vedi pag. 72.

A. GIGLI, vedi pag. 67.

M. GIOVANNOZZI, vedi pag. 92.

E. GRILLINI (*Firenze*). — **Esperienze con microonde di diffrazione con reticoli piani.**

Testo non pervenuto.

P. HUBER, vedi pag. 98.

G. F. HULL JR. (*Dartmouth U.S.A.*). — **The formation of Metallic Arcs.**

Testo non pervenuto.

L. LE BLAN, vedi pag. 72.

F. LEPRI, vedi pag. 67.

R. LEVI-SETTI (*Pavia*). — **Confronto tra i metodi di misura di scattering nelle lastre nucleari.**

I metodi in uso comune per la misura dello scattering nelle lastre nucleari sono essenzialmente due: il metodo delle tangenti e il metodo delle sagitte.

I due metodi sono stati confrontati e sono state determinate le cause che limitano l'estensione delle misure alle più alte energie. A questo scopo la valutazione esatta del « noise level » è essenziale.

Dalle misure di « noise level » e dalla separazione delle singole cause d'errore è stato possibile definire gli intervalli di energia in cui è preferibile usare un metodo o l'altro.

J. J. LORD, J. FAINBERG and M. SCHEIN (Chicago). – Evidence for the multiple production of mesons in a single nucleon-nucleon collision.

Evidence has been obtained for the multiple production of mesons in a single nucleon-nucleon collision in a photographic emulsion exposed to the cosmic radiation at an altitude of 95000 ft. The nuclear encounter in which the mesons were created was produced by a primary proton of $3 \cdot 10^{13}$ eV energy. Directly in line with the incident proton, 7 particles of minimum ionization were emitted in a central core with an angular divergence of 0.003 radian. In addition, 8 other minimum ionization particles were emitted in a wider diffuse cone of 0.13 radian angular divergence. Only one track had the appearance of a fragment which, however, could have been a proton of 10 MeV energy. Most of the particles in the central core had energies in excess of 250 GeV, while those in the diffuse cone were of much lower energies as determined by small angle scattering measurements. A pair of very small angular divergence was produced in the central core 4800 microns from the point of origin of the nuclear interaction. Assuming that the pair were produced by a gamma ray from the decay of a neutral meson, a lower limit of $2 \cdot 10^{-15}$ seconds was deduced for its mean life. Both the angular and the energy distribution of the emitted particles is in good agreement with the assumption that in the center of mass system the mesons are emitted in two distinct cones of angular width of about 30° forward and backward with reference to the direction of the primary proton. The average multiplicity of 15 agrees with the recent calculation by FERMI, and according to his prediction about one half of the particles are made up of nucleon-antinucleon pairs.

A. LOVATI, A. MURA, G. SALVINI e G. TAGLIAFERRI (Milano). – Osservazioni in camera di Wilson sulla componente elettromagnetica delle esplosioni nucleari e sullo sviluppo della cascata nucleare.

Abbiamo proseguito al Laboratorio della Testa Grigia con camera di Wilson comandata da contatori di G.M. le ricerche sulle esplosioni nucleari ⁽¹⁾, principalmente per studiare la componente elettromagnetica delle esplosioni e lo sviluppo della cascata nucleare, e per estendere il confronto delle esplosioni in Pb e in C. Sono state prese, in totale, 4660 fotografie comandate.

Quanto alla componente elettromagnetica, assumendo che essa sia prodotta dalla disintegrazione di mesoni neutri emessi direttamente nell'esplosione, l'esame dei nostri fotogrammi ci consente di ricavare informazioni sullo spettro energetico dei mesoni neutri, e sul rapporto tra il numero dei mesoni neutri e quello dei mesoni (π) carichi. I nostri risultati in proposito concordano con quelli ottenuti di recente da CARLSON, HOOPER e KING ⁽²⁾ con le emulsioni fotografiche.

⁽¹⁾ A. LOVATI, A. MURA, G. SALVINI e G. TAGLIAFERRI: *Nuovo Cimento*, **6**, 207 (1949); **7**, 36 (1950).

⁽²⁾ A. G. CARLSON, J. E. HOOPER e D. T. KING: *Phil. Mag.*, **41**, 701 (1950).

Per ottenere informazioni sulle modalità di sviluppo della cascata nucleare, si confrontano i nostri risultati con due teorie estreme: (i) quella di HEITLER e JANOSY della produzione singola (plurale) dei mesoni e (ii) quella di WOUTHUYSEN che sviluppando il punto di vista di HEISENBERG sulla produzione multipla, considera il caso estremo di una collisione nucleone-nucleone completamente anelastica. La struttura delle nostre esplosioni nucleari secondarie sembra escludere questa seconda teoria.

M. MANDÒ (Firenze). — Considerazioni sui raggi cosmici sotto roccia.

Si analizza la possibilità di ricavare indicazioni sicure, sia pure indirette, sui fenomeni di generazione e assorbimento dei mesoni π , dalle misure di assorbimento dei raggi cosmici in roccia. Le cause principali per cui ciò non è attualmente possibile sono:

a) incertezza nel valore di alcuni parametri della teoria, principalmente l'espone-
nente nello spettro di generazione dei mesoni e la vita media del mesone π ;

b) incertezza statistica dei risultati (specie alle alte energie) e altre cause sperimentali di errore.

Allo stato attuale sembra ragionevole cercare di ricavare i valori dei parametri incerti dagli stessi dati di assorbimento; per questo è però necessario, anche disponendo di dati sperimentali sufficientemente precisi, eliminare tutte le cause d'incertezza derivanti dalle varie ipotesi ausiliarie introdotte per semplificare i calcoli.

Come contributo in tal senso si espongono i risultati di alcuni calcoli, basati sullo stesso schema di HAYAKAWA e TOMONAGA, tenendo però conto del decadimento dei μ e delle perdite di energia per collisione e valutando con maggior cura la relazione energia-range. Si considera particolarmente il caso dell'assorbimento dei π uguale a quello dei primari.

Dal confronto coi vari dati esistenti (WILSON, CLAY, BALLARIO, DELLA CORTE e PROSPERI, ecc.) si ricava infine l'opportunità di ulteriori misure, anche per dirimere alcune discrepanze fra i vari autori, e si discutono le modalità più opportune per esperienze del genere.

F. MARIANI, vedi pag. 68.

J. E. MAYER e G. CARERI (Chicago, Ill.). — Una equazione generale di stato.

Utilizzando le proprietà del grande insieme di Gibbs e la conoscenza del campo intermolecolare viene mostrata la possibilità di ottenere una equazione di stato della materia dalla condizione di minimo dell'energia libera di un sistema leggermente spostato dall'equilibrio termico. Essenzialmente viene usata una generalizzazione del « cell method », che mediante l'introduzione di celle vuote può essere applicato senza incorrere nell'errore della « communal entropy ». L'equazione di stato così ottenuta contiene come casi limiti tanto il cristallo perfetto che il gas a densità zero, e si crede debba essere particolarmente adatta per lo stato liquido. I calcoli sono tuttora in corso.

L. MEZZETTI, E. PANCINI e L. STOPPINI (Roma). — Ritardo delle particelle penetranti nei grandi sciami atmosferici.

Si descrive un'esperienza per la misura del ritardo con cui giungono sugli apparecchi rivelatori le particelle penetranti dei grandi sciami atmosferici rispetto alla componente elettronica degli sciami stessi. Si riferiscono i risultati di alcune misure preliminari.

L. MEZZETTI, vedi pag. 67.

N. MINORSKY (*Aix en Provence*). — Sur l'excitation paramétrique.

On connaît depuis fort longtemps ⁽¹⁾ que si un paramètre approprié d'un système oscillatoire subit des variations périodiques de fréquence f , ce système commence à osciller avec une fréquence $f/2$. On désigne souvent ce phénomène sous le nom d'*excitation paramétrique*.

Les expériences bien connues de MANDELSTAM et PAPALEXI ⁽²⁾ ont montré que, si le phénomène est régi par une e.d. (équation différentielle) linéaire, l'amplitude d'oscillation grandit indéfiniment. Si, toutefois, c'est une e.d. non-linéaire qui intervient, on obtient un régime stable avec une amplitude finie.

Dans le premier cas on aboutit toujours à une e.d. du type Mathieu:

$$(1) \quad \ddot{x} + (1 + \gamma \cos \omega t)x = 0,$$

où γ est le taux de la modulation du paramètre. La théorie de cette équation est bien connue, mais, malheureusement, elle n'admet pas une extension dans le domaine non-linéaire. Pour cette raison il est commode de faire intervenir le calcul de perturbation en supposant $\gamma \ll 1$. Prenons comme variable dépendante $\rho = r^2 = x^2 + \dot{x}^2$ (l'énergie), ou $x = r \cos \theta$, $\dot{x} = y = r \sin \theta$. Equ. (1) est ainsi remplacée par le système

$$(2) \quad d\rho/dt = -\gamma\rho \cos \omega t \sin 2\theta; \quad d\theta/dt = -1 - \gamma \cos \omega t \cos^2 \theta;$$

En nous plaçant dans le cas classique, $\omega = 2$, et en introduisant une variable auxiliaire $P(t) = \log \rho$, cherchons à satisfaire le système (2) par les séries: $P(t) = \sum_{v=0}^{\infty} \gamma^v P_v(t)$; $\theta(t) = \sum_{v=0}^{\infty} \gamma^v \theta_v(t)$. En remplaçant ces séries dans (2), on obtient une suite d'e.d. qu'on intègre de proche en proche. Les deux premières équations donnent: $P_0(t) = P_0$; $P_1 = -(1/2 \sin 2\varphi_0)t$ + termes périodiques; $\theta_0 = -t + \varphi_0$; $\theta_1 = -(1/4 \cos 2\varphi_0)t$ + termes périodiques, où $P(0) = P_0$; $\theta(0) = \varphi_0$; $P_v(0) = 0$; $\theta_v(0) = 0$, $v = 1, 2, \dots$. Après une période 2π , la phase varie de $\Delta\varphi_0 = -1/2 \pi \gamma \cos 2\varphi + 0(\gamma^2)$. Donc $\Delta\varphi_0 = 0$ soit pour $\varphi'_0 = \pi/4 + 0(\gamma)$, soit pour $\varphi''_0 = 3\pi/4 + 0(\gamma)$. On trouve que φ'_0 est instable et φ''_0 est stable. Dans ce dernier cas $\Delta P_0 = -\pi\gamma + 0(\gamma^2)$. Par conséquent dans chaque période 2π , l'énergie augmente d'une quantité fixe, ce qui est d'accord avec le résultat expérimental qui vient d'être mentionné.

Envisageons maintenant une e.d. non-linéaire

$$(3) \quad \ddot{x} + p\dot{x} + x + x \cos 2t + \varepsilon x^3 = 0; \quad 0 < \varepsilon \ll 1; \quad 0 < p \ll 1;$$

En procédant de la même façon, on trouve que $P(t)$, $\theta(t_1)$ subissent pendant 2π des variations $\Delta P = -\pi\gamma(\sin 2\varphi_0 + 2B) + 0(\gamma^2)$; $\Delta\varphi = -1/2 \pi\gamma(\cos 2\varphi_0 + 3/2 A \rho_0) + 0(\gamma^2)$, où $B = p/\gamma$; $A = \varepsilon/\gamma$. En posant $2\pi\gamma = \Delta t$ et en étudiant le phénomène au cours d'un grand nombre de périodes 2π , on peut envisager Δt comme dt en passant ainsi d'une suite d'équations aux différences finies à deux e.d. On a ainsi

$$(4) \quad d\rho/dt = -\frac{1}{2} \rho(\sin 2\varphi + 2B); \quad d\varphi/dt = -\frac{1}{4} \left(\cos 2\varphi + \frac{3}{2} A \rho \right),$$

Le point singulier du système (4) est atteint quand $\sin 2\varphi_0 = -2B$; $\cos 2\varphi_0 = -3/2 A \rho_0$; ce qui détermine la solution stationnaire $\rho_0 = (2/3A)\sqrt{1 - 4B^2}$ qui est aussi d'accord avec le résultat expérimental de MANDELSTAM et PAPALEXI.

⁽¹⁾ MELDE: *Pogg. Ann.*, 5 (1859); LORD RAYLEIGH: *Phil. Mag.*, April 1883.

⁽²⁾ MANDELSTAM et PAPALEXI: *Journ. of Tech. Physics USSR* (1934).

M. MOTZO, vedi pag. 86.

A. MURA, vedi pag. 94.

A. NAPOLETANO, vedi pag. 82.

G. NENCINI, vedi pag. 70.

E. PANCINI, vedi pag. 67, 95.

F. PASSALACQUA, vedi pag. 69.

D. H. PERKINS, vedi pag. 88.

R. PERILLI-FEDELÌ, vedi pag. 71.

M. PIERUCCI (*Modena*). — **Esperienze di inibizione spettroscopica normale ed anomala. Emissione sensibilizzata anomala.**

Seguitando alcune esperienze fatte alcuni anni addietro e comunicate al Congresso di Lecco del 1948, l'Autore ha trovato, in particolari sorgenti spettroscopiche, la completa inibizione degli spettri degli elementi a potenziale di ionizzazione più elevato, anche se questi elementi costituiscono una minima parte della sostanza presente nella sorgente spettroscopica. Ciò si pone in accordo con le moderne vedute teoriche.

Fra le sorgenti a più alto grado di eccitazione si presentano alcune scintille fra elettrodi liquidi incandescenti. In esse è messo fuori di dubbio il fenomeno della *inibizione anomala*, opposto alle inibizioni scoperte da FRANCK ed HERTZ e studiate largamente nel passato dall'Autore. Nelle scintille fra elettrodi costituiti da un sale fuso di un elemento a basso potenziale di ionizzazione, quale ad esempio il Sodio (p.i. 5,12 V), non si osserva affatto il comune spettro dell'elemento stesso; per farlo comparire basta, però, aggiungere il sale corrispondente di un elemento a potenziale di ionizzazione ancora più basso (nell'esempio citato possiamo aggiungere un sale di Potassio: p.i. 4,32 V). Si ha, così, un nuovo fenomeno, che potremmo chiamare: *emissione sensibilizzata anomala*, opposto al fenomeno della *emissione sensibilizzata normale*, trovato alcuni anni addietro dall'Autore, in collaborazione col prof. LUIGI BARBANTI-SILVA.

M. PIERUCCI (*Modena*). — **Ulteriori esperienze sulla conducibilità elettrica, in superficie e in spessore, generata per sfaldatura nei dielettrici cristallini.**

Si descrivono nuove esperienze, fatte dopo la comunicazione di Lecco del 1948; e si cerca di connettere il nuovo fenomeno con le moderne teorie dei solidi.

M. PIZZO, vedi pag. 91.

G. POIANI, vedi pag. 74.

G. QUARENI, vedi pag. 80.

I. F. QUERCIA e B. RISPOLI (Roma). — Sulla radiazione generatrice di stelle alla quota di 3500 m s.l.m.

Mediante una camera a ionizzazione rapida, circondata da contatori sono state eseguite misure allo scopo di determinare il rapporto tra le stelle generate da una radiazione neutra, e le stelle generate da una radiazione carica (protoni). Il valore di tale rapporto (N/P) varia in funzione dell'energia delle stelle osservate, indicando che almeno il 90 % delle stelle più piccole sono generate da radiazione neutra, mentre per le stelle più grandi il rapporto scende a circa 2. Viene anche fornito il valore del cammino di assorbimento della radiazione generatrice di stelle in paraffina, che risulta pari a 206 ± 40 g/cm².

I. F. QUERCIA e B. RISPOLI (Roma). — Sull'eccesso positivo della componente penetrante della radiazione cosmica.

A conclusione di una serie di esperienze eseguite mediante lenti magnetiche atte a discriminare le particelle penetranti cariche dei due segni, viene data una interpretazione dei risultati sperimentali raggiunti, ed un confronto con quelli ottenuti da altri Autori. In particolare sono discussi i valori negativi dell'eccesso di carica che sono stati ottenuti registrando le particelle penetranti provenienti da Est; una giustificazione quantitativa di tali risultati viene indicata tenendo conto della curvatura che il campo magnetico terrestre imprime alle traiettorie delle particelle secondarie.

Dal confronto tra la teoria e l'insieme dei risultati sperimentali sinora noti, si trae la conclusione che sino ad energie dei protoni primari di circa 20 GeV, la teoria della generazione plurima dei mesoni fornisce risultati che non sono in contrasto con l'esperienza.

L. A. RADICATI, vedi pag. 81.

R. RICAMO, W. ZÜNTI e E. BALDINGER, P. HUBER (Zürich). — Esperienze d'urto elastico di neutroni veloci contro nuclei leggeri.

Lo studio sperimentale dello sparpagliamento di neutroni veloci da parte di alcuni nuclei leggeri, vale a dire la determinazione della sezione d'urto e della distribuzione angolare in funzione dell'energia, può fornire informazioni dirette in favore o contro l'esistenza di un campo di forze nucleari centrale e di un eventuale accoppiamento spin-orbita (M. VERDE: altra comunicazione).

Ciò che interessa è di individuare i livelli di risonanza, di misurare la loro larghezza e di determinare il momento angolare totale al quale essi appartengono. Abbiamo a questo scopo eseguito alcune esperienze di trasmissione per la misura della sezione d'urto totale e altre in camera di ionizzazione per la misura della distribuzione angolare dei neutroni (¹²C e ¹⁶O) che più si prestano all'intento che abbiamo detto. Per ragioni di comodità sperimentale abbiamo anche esaminato la distribuzione angolare nell'urto $n - N^{14}$ e la sezione d'urto totale nel Si^{28} .

Le esperienze di trasmissione sono state eseguite con neutroni monocromatici aventi una energia da 2 a 4 MeV, generati mediante la nota reazione $D - D$ con una targhetta di ghiaccio D_2O a $1/4$ della saturazione. L'indeterminazione delle energie dei neutroni è al massimo di 50 kV e l'errore nella sezione d'urto totale del 5 %. I rivelatori usati sono cristalli di antracene con fotomoltiplicatori, dispositivo che nel nostro caso ha un rendimento del 10 % praticamente indipendente dall'energia dei neutroni.

Abbiamo così potuto stabilire l'esistenza sia nel C che nell'O di livelli di risonanza fino ad ora non noti.

Per determinare la distribuzione angolare dei neutroni dopo l'urto abbiamo misurato in una camera di ionizzazione lo spettro energetico dei nuclei di rinculo, secondo il metodo già noto. Uno spettrografo per impulsi a 20 canali permetteva la lettura contemporanea dell'intero spettro per ciascuna energia dei neutroni incidenti.

Le distribuzioni angolari corrispondenti ai due livelli di risonanza 2,95 e 3,65 nel C sono fortemente anisotrope. Per l'O si è stabilita l'esistenza di una anisotropia pronunciata ad una energia di 3,3 MeV. La sezione d'urto totale presenta invece risonanze molto larghe a 3, 3,5 e 3,7 MeV. L'Azoto presenta nell'intervallo di energia da noi misurato (da 2,5 a ca. 4 MeV) due massimi di energia.

Sono in corso altre misurazioni dettagliate di distribuzione angolare e di trasmissione.

B. RISPOLI, vedi pag. 98.

L. ROSINO (Bologna). — **Caratteri fisici di alcune classi di stelle variabili.**

Alcune teorie sulle sorgenti termonucleari di energia delle stelle giganti e supergiganti sono basate su dati astronomici relativi a certe classi di stelle variabili, come le Cefeidi e le variabili a lungo periodo. Si espone brevemente quali di questi dati possano considerarsi ben determinati e quali debbano invece accogliersi con una certa prudenza. In particolare si mostra che, in base alle più recenti ricerche, anche le stelle variabili giganti e supergiganti vanno suddivise nei due tipi di popolazioni stellari scoperte da BAADE e si riferisce sui fenomeni più appariscenti che si osservano negli spettri di queste stelle e sulle loro possibili interpretazioni. Si conclude col porre in evidenza le gravi difficoltà dell'ipotesi che reazioni termonucleari irreversibili provvedano all'energia di queste stelle e sieno causa della loro variabilità.

C. SALVETTI, vedi pag. 93.

G. SALVINI, vedi pag. 94.

F. SBRANA (Genova). — **Sul principio di Hamilton per i sistemi conservativi.**

È dato un sistema olonomo di punti materiali ad h gradi di libertà, soggetto a forze derivanti da un potenziale U funzione delle coordinate generali q_r ($r = 1, 2, \dots, h$) ed eventualmente del tempo t . È noto che se si fissano le posizioni del sistema negli istanti t_0, t_1 ($t_1 > t_0$), e se T è l'energia cinetica nell'istante intermedio generico t , il moto naturale del sistema nell'intervallo di tempo (t_0, t_1) rende *stazionario* l'integrale

di Hamilton (1)
$$S = \int_{t_0}^{t_1} (T + U) dt$$
, rispetto alle variazioni delle q_r (e delle \dot{q}_r) finite e continue nell'intervallo di tempo considerato, tali variazioni essendo nulle per $t = t_0$ e $t = t_1$.

Secondo il DARBOUX il detto moto naturale rende *minimo* il valore di S , fra tutti i movimenti prossimi, compatibili coi vincoli, almeno per un intervallo di tempo sufficientemente piccolo. A tale asserito pervenne recentemente per altra via W. F. OSGOOD.

Nella sua *Anal. Dyn. d. Punkte u. Str. Körper*, E. T. WHITTAKER, occupandosi del *principio della minima azione* per un sistema con 2 gradi di libertà (ma accennando

anche alla possibilità di ottenere un risultato analogo per il principio di Hamilton) perviene ad un caso in cui tale principio di minimo non sussiste. Mi permetto ora di rilevare, a proposito del principio di Hamilton, che la proprietà di minimo per l'integrale S non vale nel caso elementare del moto di un punto materiale libero P soggetto ad una forza elastica $-K^2\overline{PO}$ (dove K sia una costante positiva ed O un punto fisso), per un intervallo di tempo maggiore od uguale a π/K .

M. SCHEIN, vedi pag. 94.

W. O. SCHUMANN (München). – Ueber langsame elektrische Wellen in metallischen Rohren die mit Gas von geringem Druck gefüllt sind.

Die Existenz stehender elektrischer Wellen bei Hochfrequenzerregung in gasgefüllten Glasrohren mit geringen Druck ist zuerst von M. CHENOT ⁽¹⁾ nachgewiesen worden. Um einfachere Existenzbedingungen der Welle zu erhalten, haben wir Wellen in Metallrohren von 25 mm \varnothing erzeugt, die mit Hg-Dampf und Luftzusatz von etwa $10^{-3} \div 10^{-4}$ Torr. gefüllt waren ⁽²⁾. Mit einer Frequenz von $1,5 \cdot 10^8 \div 0,75 \cdot 10^8$ Hz ($\lambda = 2 \div 4$ m) ergaben sich Ausbreitungsgeschwindigkeiten von $1/10 \div 1/50$ der Lichtgeschwindigkeit. Die entstehende sichtbare Gasentladung besteht aus nebeneinanderliegenden leuchtenden diskreten Spindeln, wobei je 2 Spindeln eine Wellenlänge umfaßten. Die Entladung erfolgte in einer dünnen Schicht unmittelbar an der äusseren Wand des Rohres, während die inneren Teile des Rohres dunkel waren. Mit wachsendem Druck nimmt bei gleicher Frequenz die Geschwindigkeit der Wellen ab.

Faßt man das Gebilde als ein Metallrohr auf, das innen mit einer Plasmaschicht ausgekleidet ist, so ergeben die Maxwell'schen Gleichungen, daß nur eine Longitudinale E Welle eine Ausbreitung mit $v < c$ ermöglicht. Das elektrische Longitudinalfeld ist in der Rohrachse am schwächsten und wächst nach aussen zu an, und erreicht an der Plasmagrenze seine höchsten Werte. Bei den verwendeten Frequenzen und Rohrdimensionen beträgt diese Zunahme bis etwa 70 % und die Eigenfrequenz des entstehenden Plasmas ω_0 ist nur wenig grösser als die aufgeprägte Frequenz ω . Aus $\omega_0^2 = Ne^2/m\varepsilon_0$ ergab sich die Elektronendichte zu $N \sim 10^7 \div 10^8$ El/cm³. Die effektive D.K. des Plasmas $\varepsilon_p = 1 - (\omega_0^2/\omega^2)$ ergibt sich als negativ und klein, d.h. die kinetische Energiedichte der bewegten Elektronen ist nicht viel größer als die elektrische Energiedichte des Feldes. An den Plasmagrenzen treten durch die hin und her flutenden Elektronen positive und negative Ladungsdichten auf. Die Geschwindigkeit der Wellen nimmt in dem untersuchten Bereich mit wachsendem Druck ab, in Übereinstimmung mit der Theorie, da bei konstanter Anregung ω_0 mit dem Druck wächst.

Bei höheren Frequenzen, dickeren Rohren und bei geringeren Geschwindigkeiten als den beobachteten, wird die Verteilung der longitudinalen Feldstärke über den Querschnitt nach der Theorie ungleichmäßiger, und ω_0 strebt gegen $\omega\sqrt{2}$. Der Wellentyp nähert sich dann der vom Autor diskutierten Oberflächenwelle an der Grenze des Plasmas ⁽³⁾.

Die angeführte Theorie ergibt nur eine rohe Annäherung an die Wirklichkeit, und ist durch genauere Untersuchung der Diffusionsbewegungen der Elektronen und Ionen, so wie durch die Wirkungen der ungleichmäßigen Dichteverteilung des Plasmas im

⁽¹⁾ M. CHENOT: *Thèse Univ. de Paris*, (Masson et Cie, 1947).

⁽²⁾ R. SEITNER: *Dipl. Arbeit* (T. H. München, 1950) (unveröffentlicht).

⁽³⁾ W. O. SCHUMANN: *Bayer Ak. d. W.* (München, 1948), S. 255.

Rohr zu ergänzen. Sie scheint aber in der Hauptsache die beobachteten Erscheinungen richtig wiederzugeben. Die für die genauere Beschreibung sehr wichtige Dämpfung der Wellen ist zunächst vernachlässigt worden.

S. SCIUTI, vedi pag. 67.

M. SPEROTTO, vedi pag. 91.

L. STOPPINI, vedi pag. 67, 95,

G. TAGLIAFERRI, vedi pag. 94.

G. TOMASINI, vedi pag. 72.

G. VALLE (*Bologna*). — **Scariche elettriche in campo magnetico.**

Si espone una teoria sufficientemente completa del potenziale di scarica in campo magnetico trasversale dalla quale risultano chiaramente precisate le variazioni che subisce il diagramma rappresentativo della legge di Paschen al crescere dell'intensità del campo magnetico da zero fino a valori comunque elevati e vengono stabiliti i limiti entro i quali la scarica può soltanto adescarsi per la presenza del campo magnetico (accensione magnetica). Anche riguardo alla dipendenza del potenziale di scarica dal campo magnetico per uno spazio di scarica prefissato risultano pienamente determinati i limiti entro cui si presentano, a seconda della distanza elettrodica e della pressione, i tre casi diversi già noti singolarmente dalle ricerche sperimentali di vari autori. L'intervallo di transizione, che costituisce uno di questi casi, in cui il potenziale di scarica dapprima precipita col crescere del campo magnetico fino a un minimo, dopo il quale esso comincia appena la sua più o meno lenta ascesa, è stato oggetto anche di varie osservazioni sperimentali; esse vengono citate particolarmente perchè vi si è fatto uso, a differenza di altri autori, di una tecnica di carattere dinamico (con corrente alternata, diodo e oscillografo catodico) che consente una grande rapidità di esecuzione e libera da effetti secondari.

G. VANDERHAEGE (*Bruxelles*). — **Étude de la composante molle du rayonnement cosmique à 2800 mètres au moyen des plaques photographiques nucléaires.**

Des plaques photographiques nucléaires sensibles aux électrons (Ilford G5) ont été exposées au Pic du Midi 2800 (mètres) sous différentes épaisseurs de Plomb (0; 4; 8; 12; 16; 24 mm).

L'examen des plaques après développement permet de déceler les couples d'électrons produits par la matérialisation des rayons γ incidents.

Nous avons recherché et mesuré systématiquement les couples produits dans les différentes plaques.

Nous donnons communication des résultats préliminaires de ce travail. Ces résultats comportent principalement:

1) La mesure de l'intensité totale du rayonnement γ à 2800 mètres, déduite du nombre de couples produits dans un volume déterminé des plaques durant l'exposition;

2) Les spectres d'énergie du rayonnement γ à 2800 mètres sous différentes

épaisseurs de Plomb, déduits des mesures du scattering des branches des couples;

3) la distribution angulaire par rapport à la verticale des couples.

Ce travail est effectué en collaboration par les laboratoires de physique nucléaire des Universités de Rome, Gènes et Bruxelles.

M. VERDE (Zürich). – Urto di nucleoni contro nuclei leggeri e campo di forza nucleare.

È stata avanzata di recente l'ipotesi che nei nuclei atomici esista un campo di forza centrale e che nel conseguente ordinamento a gusci dei nucleoni sia effettivo un accoppiamento spin-orbita.

Si tratta di argomenti di carattere qualitativo che si basano su alcune periodicità assicurate dall'esperienza. Allo scopo di ottenere informazioni più sicure e di potere stabilire quantitativamente il nuovo tipo di interazione è indispensabile ricorrere a fatti sperimentali più diretti e più semplici, quali, ad es., l'urto elastico di nucleoni veloci contro nuclei leggeri.

Da ultimo, K. M. CASE e A. PAIS, hanno riesaminato dal punto di vista teorico il problema dell'urto $n-p$ e $p-p$ ed hanno riconosciuto l'importanza dell'accoppiamento spin-orbita per mantenere l'indipendenza delle forze dalla carica nucleonica. L'urto elastico $n-d$ o $p-d$ ad energie elevate può servire a stabilire ulteriormente la validità del nuovo potenziale di interazione. Abbiamo trattato teoricamente questo problema nell'approssimazione di Born. È augurabile che dati sperimentali relativi a questo tipo di urto ancora insufficienti ed incerti possano essere migliorati. In particolare il valore della sezione d'urto differenziale in avanti può fornire un argomento sicuro sul tipo di scambio delle forze.

L'importante questione della realtà di un campo nucleare centrale può essere studiata a mezzo dello sparpagliamento di nucleoni veloci da parte di nuclei più complicati ma che, dal punto di vista del modello a gusci, sono saturati. I nuclei C^{12} ed O^{16} si prestano ad esempio bene a questo scopo.

La realtà di un dato campo di forza centrale può essere stabilita dalla posizione dei livelli di risonanza, dalla loro larghezza e dal loro momento angolare. Si può riconoscere l'esistenza di un accoppiamento spin-orbita se i livelli di risonanza si presentano a coppie corrispondentemente alle due orientazioni dello spin del nucleone incidente, eccetto se si tratta di uno stato S e questo si può stabilire a mezzo della distribuzione angolare. A Zurigo e a Basilea sono state eseguite recentemente misure della sezione d'urto e della distribuzione angolare nell'urto di neutroni veloci contro C^{12} e O^{16} . (Cfr. comunicazione di RICAMO). È augurabile che si facciano misure analoghe con protoni per avere informazioni sul carattere di scambio dell'accoppiamento spin-orbita.

CH. VOLET (Sèvres). – La gravité mesurée par la méthode balistique.

Contrairement à une opinion assez répandue le valeur absolue de la gravité est indispensable à connaître pour l'exécution de certaines mesures. Parmi les forces naturelles, la gravitation est celle qui est le plus facile à déterminer en fonction des grandeurs fondamentales. Aussi, lorsqu'on veut mesurer une force d'origine élastique ou électrique on la compare à la gravité.

Les mesures précédentes de la gravité absolue ont toutes été faites au moyen du pendule. Les progrès récents réalisés dans la mesure des temps très courts permettent aujourd'hui d'employer la méthode balistique qui consiste à observer le mouvement d'un corps en chute libre. Description de la méthode employée au Bureau international et indications sur d'autres réalisations possibles.

A. VON ENGEL (Oxford). — A Survey of Recent Advances in Discharge Physics.

The first period in discharge physics was of a descriptive and explorative nature. During the second period qualitative working hypothesis were sought. Through his researches RIGHI contributed to bridge the gap between the first two phases. Now, in the third period, quantitative treatment of discharges becomes possible.

Applications of gas discharges will be enumerated as well as some phenomena in which discharges are encountered. Examples of recent developments in fundamental processes will be given, in the study of ionization and excitation, charge transfer, motion of charged particles and their mutual neutralization. Ionization by electron collisions and electron energy distribution will be included.

Recent work on particular types of discharges like spark discharges, lightning, positive columns in gases and vapours, high frequency and ultra high frequency electrodeless discharges and work on electron oscillations in low pressure discharges and discharges in magnetic fields will be briefly discussed.

Finally, advances in the methods of measurement will be mentioned as for example photo-multipliers for recording the light emitted as a function of time, a development of the Langmuir probe, a photographic technique to obtain the electron distribution, a microwave method for measuring the time-dependence of the ion concentration and a type of flight-method for discriminating between ions of different mass.

G. WATAGHIN (Torino). — Sugli sciami penetranti.

Viene discussa una teoria della produzione degli sciami di mesoni, nucleoni e leptoni nell'urto di due nucleoni o di un mesone e un nucleone. Vengono studiate poi alcune applicazioni di questa teoria allo studio della variazione della radiazione cosmica in alta atmosfera e nelle grandi profondità sotto terra. Risultati recenti sull'effetto di latitudine e sugli sciami estesi sono anche presi in esame.

W. ZÜNTI, vedi pag. 98.

ATTI DELLA SOCIETÀ ITALIANA DI FISICA

pubblicati a cura di G. C. DALLA NOCE, Segretario

Concorsi a Borse di studio e a Premi per l'anno 1950

1. — BANDI DI CONCORSO.

Nel 1950, oltre al Concorso (il cui bando è stato inserito nel Supplemento al Nuovo Cimento, 1950, fascicolo n. 2, pag. 739) relativo a borse di studio e premi per l'Ultracustica, altri concorsi furono indetti, dei quali qui riportiamo il relativo bando (già ripetutamente inserito in foglio staccato nei numeri del Nuovo Cimento, 1950).

Concorso a Premi e Borse di studio per il 1950.

Grazie alle sovvenzioni che nel 1949 alcuni enti e privati hanno dato alla Società con lo scopo di organizzare per il 1950 concorsi a borse di studio e a premi fra i giovani cultori italiani della Fisica, il Consiglio della Società, mentre a nome di questa esprime il suo compiacimento e la sua lode per l'iniziativa e la sua gratitudine per essere stata prescelta allo scopo indicato, bandisce, d'intesa con i sovvenzionatori, i seguenti concorsi per un totale di lire 2 250 000 (due milioni duecentocinquantomila).

Concorso a tre borse per lo studio della Fisica all'estero.

- Borsa di lire 500 000 (cinquecentomila) indivisibili, intitolata « Borsa Provincia di Como », istituita dal Prefetto di detta Provincia.
- Due borse di lire 400 000 (quattrocentomila) ciascuna, indivisibili, intitolate « Borse Augusto Righi per studi di Fisica all'estero », istituite dalle Società industriali e commerciali e altri Enti di Bologna per onorare la memoria di Augusto Righi in occasione del centenario (1950) della nascita.

Concorso a due borse per studi di Fisica in Italia.

- Borsa di lire 250 000 (duecentocinquantomila) indivisibili, intitolata « Borsa Unione Industriali di Como », istituita da detta Unione.
- Borsa di lire 200 000 (duecentomila) indivisibili, intitolata « Borsa Augusto Righi per studi di Fisica in Italia », istituita dalla Soc. Rangoni e Puricelli di Bologna per onorare la memoria di Augusto Righi in occasione del centenario della nascita.

Concorso a tre premi per la Fisica.

- Premio di lire 200 000 (duecentomila) indivisibili, intitolato « Premio Augusto Righi per la Fisica delle microonde », istituito dalla Sezione Emiliana della Società Italiana di Fisica per onorare la memoria di Augusto Righi, in occasione del centenario della nascita.
- Premio di lire 200 000 (duecentomila) indivisibili, e Premio di lire 100 000 (centomila) indivisibili, intitolati « Premi Città di Como, 1950 », istituiti dall'Amministrazione Comunale di quella città.

Le modalità di detti concorsi sono fissate dalle seguenti norme:

1. — Ai concorsi sopra elencati sono ammessi i soci individuali della Società Italiana di Fisica, di nazionalità italiana, che abbiano versato entro il mese di Giugno 1950 la quota sociale per il 1950 e non siano nè membri del Consiglio della Società, nè Vice-direttori del giornale *Il Nuovo Cimento*, nè professori di ruolo di Università.

2. — I concorrenti possono presentarsi o singolarmente per proprio conto oppure in gruppo per squadre che abbiano compiuto lavori in collaborazione.

3. — Le domande di ammissione ai concorsi (redatte su carta libera e recanti le generalità e la residenza dei singoli concorrenti) dovranno pervenire alla Presidenza della Società Italiana di Fisica (Milano, Via Saldini, 50), non più tardi delle ore 12 di venerdì 1° Settembre 1950.

Una medesima domanda può servire per partecipare a uno o a più concorsi: in essa il concorrente isolato o il gruppo di concorrenti deve indicare a quali concorsi intende partecipare; inoltre ogni gruppo dovrà indicare a chi, delle persone formanti il gruppo stesso, dovrà essere consegnata, nel caso che questo risulti vincente, le somme costituenti il premio o la borsa, intendendosi, in questo secondo caso, che il concorrente designato sarà quegli che dovrà beneficiare della borsa stessa.

4. — Ogni concorrente isolato e ogni gruppo di concorrenti deve inoltre unire alla domanda quei titoli, documenti, pubblicazioni (queste in triplice copia, salvo che siano inserite nel *Nuovo Cimento*, nel qual caso basterà darne l'esatta indicazione bibliografica), lavori inediti (in triplice copia dattilografata) che ritenga utile per comprovare l'attività svolta rispettivamente dal concorrente stesso o dal gruppo nel quadriennio, 1° Settembre 1946 - 31 Agosto 1950 nel campo della Fisica, questo essendo ristretto per il concorso al « Premio Augusto Righi », alla Fisica delle microonde.

5. — Inoltre ogni singolo concorrente deve unire alla domanda propria o del gruppo cui appartiene, una dichiarazione firmata dalla quale risulti quali borse e premi gli siano stati conferiti nel quadriennio 1° Settembre 1946 - 31 Agosto 1950; detta dichiarazione deve essere fatta anche se negativa.

6. — Nel caso di concorsi a borse, il concorrente isolato, e, per ogni gruppo, quello designato dal gruppo stesso come beneficiario della borsa (art. 3) dovrà unire alla domanda propria o del rispettivo gruppo:

a) una dichiarazione (firmata) degli studi che, usufruendo della borsa, intende svolgere;

b) l'indicazione dell'istituto presso cui intende recarsi a tal fine;

c) la dichiarazione (firmata) di assumere l'impegno morale che egli, se risulterà vincitore, usufruirà della borsa allo scopo per cui è stata richiesta e con le modalità indicate nel seguente articolo.

7. — Sempre nel caso di concorso a borse, ciascuno di coloro che usufruirà di queste dovrà, salvo casi di stretta forza maggiore, iniziare, entro sei mesi dalla proclamazione dei vincitori, gli studi per cui la borsa è stata richiesta, recandosi presso l'istituto stabilito e dandone notizia alla Presidenza della Società. L'attività di studio presso detto Istituto è di almeno novanta giorni consecutivi per istituti esteri e di centocinquanta giorni consecutivi per istituti italiani. Entro un mese dal compimento degli studi presso l'istituto cui si è recato, ciascuno dei beneficiari della borsa dovrà trasmettere alla presidenza della Società una relazione sull'attività svolta.

8. — La Commissione giudicatrice dei concorsi sopra elencati è costituita dal Consiglio di presidenza della Società e dai due Vicedirettori del giornale *Il Nuovo Cimento*.

9. — I premi e le borse in questione saranno assegnati a quei concorrenti o gruppi di concorrenti che a giudizio della Commissione sono i più meritevoli.

10. — Il giudizio della Commissione è inappellabile.

11. — Le borse e i premi non sono cumulabili nè tra loro nè le une con gli altri.

12. — I vincitori verranno proclamati nel prossimo Congresso della Società (Bologna, Settembre 1950) e le borse e i premi in questione verranno nella medesima occasione conferiti da coloro stessi che hanno fornito le somme o da loro rappresentanti.

Milano, 15 Gennaio 1950.

Il Segretario: G. C. DALLA NOCE

Il Presidente: G. POLVANI

2. - CONFERIMENTO DEI PREMI E DELLE BORSE DI STUDIO PER IL 1950.

Durante il Congresso di Bologna, la sera di Lunedì, 18 Settembre 1950, nel Ridotto del Teatro Comunale della Città, dinanzi a quasi tutti i congressisti, ad autorità locali e moltissimi altri intervenuti dell'ospitalissima Bologna, ebbe luogo la proclamazione dei vincitori dei Concorsi e il conferimento dei rispettivi Premi e Borse di studio per il 1950.

In quell'occasione, il Presidente della Società Italiana di Fisica, prof. G. Polvani, ebbe occasione di pronunciare le parole che qui riportiamo.

« Anche quest'anno, come ebbi a dire nel discorso di apertura del Congresso, la Società Italiana di Fisica ha l'onore di distribuire alcuni premi e alcune borse di studio per la Fisica tra i giovani fisici italiani, che con il loro lavoro hanno particolarmente meritato.

Ciò è reso possibile dalla generosa premura di molti enti e persone, cui va vivissima la nostra riconoscenza non solo per le somme date, ma anche, e vorrei dire soprattutto, per la fiducia riposta nella Società stessa e nel suo Consiglio.

Ricordo che fu Como a iniziare queste elargizioni; alla quale seguirono Lecco, Firenze, Como stessa, Roma, Bologna.

Quest'anno la nostra cerimonia ha una particolare solennità perchè essa si compie in occasione delle celebrazioni in onore di AUGUSTO RIGHI e perchè al nome di lui alcuni premi e borse s'intitolano.

Aggiungono ulteriore pregio a questa proclamazione e consegna la presenza del Sindaco e quella del Rettore Magnifico dell'alto Studio bolognese. Sono inoltre qui rappresentati il Ministero della Pubblica Istruzione dagli Ispettori prof. TALAMO e COLLODI e, in spirito, come ci hanno scritto, sono con noi il Prefetto di Como, che ha voluto inviarmi una lettera cordialissima anticipando ai vincitori compiacimento ed augurio, il Sindaco di Roma, i Rettori magnifici delle Università di Roma e di Firenze, i Presidenti della Confederazione generale dell'Industria, della Società Edison, dell'Unione Industriali di Como e di quella di di Lecco, il dott. L. MORANDI, Vicepresidente della Soc. An. Montecatini, l'ing. L. SESSA di Milano, l'avv. LUIGI ROVELLI, Assessore del Comune di Como, che mi comunica di aver portato il « Premio Città di Como, 1951 » a trecentomila lire, e tanti e tanti altri che ci hanno aiutato nello sforzo che la Società sta compiendo a vantaggio degli studi di Fisica in Italia. A tutti che ho nominato la profonda gratitudine della Società. Già dissi essere impossibile una graduatoria nella riconoscenza, ma doveri di ospitalità mi obbligano a ricordare in modo particolare gli oblatori del luogo: l'Associazione Industriali di Bologna e tanti e tanti singoli industriali e industrie bolognesi che privatamente e direttamente hanno voluto partecipare a questa nobile gara di generosità. Grazie, grazie di cuore.

Accennerò ora a qualche elemento tecnico dei nostri concorsi.

Materia di giudizio in questi è stata sempre la produzione scientifica in un certo intervallo di tempo (un anno, due anni, tre anni, quattro anni) svolta o in tutto il campo della Fisica o in un particolare campo assegnato.

Il giudizio è formulato dalla Commissione prima in forma assoluta per il merito, poi in forma relativa.

Sono esclusi dai concorsi tutti i professori di ruolo delle Università e, ovviamente, tutti i membri della Commissione esaminatrice: in questo modo sono favoriti automaticamente i giovani.

La Commissione è costituita dal Consiglio di Società e dai Vicedirettori del *Nuovo Cimento*. Nel caso attuale dal prof. GIOVANNI POLVANI dell'Università di Milano, Pre-

sidente della Società, dal prof. EDOARDO AMALDI dell'Università di Roma, Vice-presidente, dai professori GIUSEPPE BOLLA dell'Università di Milano, ANTONIO CARRELLI dell'Università di Napoli, AMEDEO GIACOMINI dell'Università di Trieste, ANTONIO ROSTAGNI dell'Università di Padova, GIORGIO VALLE dell'Università di Bologna, Consiglieri, Assenti giustificati i due Vicedirettori del *Nuovo Cimento*, prof. GILBERTO BERNARDINI e BRUNO FERRETTI, entrambi all'estero.

Le deliberazioni ebbero luogo nella seduta di Consiglio tenuta il 16 Settembre, e, per ogni concorso esse furono prese a totale unanimità della Commissione.

Erano in palio sette Borse di studio e sei Premi per un ammontare di 3 050 000 lire. Premi e Borse di studio sono stati tutti assegnati salvo, per mancanza di concorrenti, una Borsa di 250 000 lire per studi di Ultracustica: questa verrà rimessa a concorso per il 1951 con uguali modalità a quelle seguite quest'anno.

Passo ora senz'altro alla proclamazione dei vincitori e al conferimento dei diplomi e delle somme che costituiscono Borse e Premi.

— « Borsa per studi di Ultracustica » di lire 250 000, al prof. STEFANO PETRALIA, dell'Istituto di Fisica dell'Università di Bologna, autore di studi sull'assorbimento e sulla interferometria degli ultrasuoni.

— « Premio per studi di Ultracustica » di lire 100 000, al dott. STEFANO BARONE dell'Istituto di Ultracustica di Roma, autore di numerose e importanti ricerche soprattutto nel campo delle misure di intensità e di velocità degli ultrasuoni.

— « Premio per studi di Ultracustica » di lire 100 000, al prof. PIER GIORGIO BORDONI dell'Istituto di Ultracustica di Roma, autore di numerose memorie che portano notevole contributo nel campo teorico-sperimentale.

— « Premio per studi di Ultracustica » di lire 100 000, al dott. DANIELE SETTE dell'Istituto di Ultracustica di Roma, autore di numerose ricerche sui problemi di assorbimento sonoro e di concentramento di ultrasuoni per mezzo di lenti.

— « Borsa Provincia di Como per studi in Fisica » di lire 500 000, al dott. GUIDO TAGLIAFERRI dell'Istituto di Fisica dell'Università di Milano per i suoi studi sulla radiazione cosmica, specie sugli sciami estesi, sul cammino medio libero delle particelle e per particolari tecniche elettroniche.

— « Borsa Augusto Righi per studi di Fisica all'estero » di lire 400 000, al prof. RENATO RICAMO dell'Istituto di Fisica dell'Università di Bologna, autore di alcune notevoli ricerche di fissioni nucleari e di diffusione dei neutroni da parte di nuclei leggeri.

— « Borsa Augusto Righi per studi di Fisica all'estero » di lire 400 000, al dott. UGO FACCHINI dei Laboratori della Società CISE di Milano, autore di vari studi nel campo della Fisica nucleare, specie della fissione dell'Uranio e sul meccanismo di scarica dei contatori con argon.

— « Borsa Unione Industriali di Como » di lire 250 000, al dott. PAOLO BUDINI dell'Istituto di Fisica dell'Università di Trieste, autore di ricerche sulla radiazione cosmica, specie sugli sciami estesi dell'aria.

— « Borsa Augusto Righi per studi di Fisica in Italia » di lire 200 000, al dott. FAUSTO FUMI, attualmente presso il Department of Physics dell'Università di Urbana, autore di interessanti studi di Fisica teorica applicata al campo di problemi relativi a legami chimici (egli, per usufruire della Borsa, dovrà venire in Italia).

— « Premio Augusto Righi per la Fisica delle microonde » di lire 200 000, al dott. GIULIANO TORALDO DI FRANCA, dell'Istituto di Fisica dell'Università di Firenze, autore di notevoli studi sull'Ottica teoretica delle microonde.

— «Premio Città di Como, 1950» di lire 200 000, al dott. SEBASTIANO SCIUTI dell'Istituto di Fisica dell'Università di Roma, per i suoi notevoli studi nel campo della radiazione cosmica, specie per gli sciami estesi e l'eccesso positivo.

— «Premio Città di Como, 1950» di lire 100 000, al dott. GIACOMO MORPURGO dell'Istituto di Fisica dell'Università di Roma, autore di brillanti ricerche nei campi più moderni e difficili della Fisica teorica.

3. - RISULTATI DELLE ELEZIONI ALLE CARICHE SOCIALI.

Infine riportiamo qui i risultati delle elezioni che sotto la Presidenza, per l'Assemblea, del prof. ELIGIO PERUCCA e, per il Seggio, del prof. GIORGIO TODESCO, ebbero luogo a Bologna nei giorni 16-18 Settembre per il rinnovo delle cariche sociali.

Risultarono eletti: Presidente, prof. GIOVANNI POLVANI; Vicepresidente, prof. EDOARDO AMALDI; Consiglieri, professori ANTONIO CARRELLI, GIORGIO VALLE, ELIGIO PERUCCA, ANTONIO ROSTAGNI, MARIO AGENO; Vicedirettori del *Nuovo Cimento*, professori BRUNO FERRETTI e PIERO CALDIROLA.

PROPRIETÀ LETTERARIA RISERVATA

Questo fascicolo del *Supplemento al Volume VIII del Nuovo Cimento*, 1951,
è stato licenziato dai torchi il 31-VII-1951